DIE EINFLÜSSE DES BELEBTSCHLAMMES IN ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN AUF DIE LEBENSFÄHIGKEIT VON ASCARIDEN- UND LEBEREGELEIERN

Josef Günthör

1971

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546009_0082

Aus dem Zoologisch-Parasitologischen Institut
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Dr. h. c. H. Liebmann

DIE EINFLÜSSE DES BELEBTSCHLAMMES IN ABWASSER-REINIGUNGSANLAGEN AUF DIE LEBENSFÄHIGKEIT VON ASCARIDEN- UND LEBEREGELEIERN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Josef Günthör

aus
Ravensburg

München 1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent: Prof. Dr. Dr. h.c. H. Liebmann
Korreferent: Prof. Dr. J. Kalich
Tag der Promotion: 5.2.1971

MEINEN LIEBEN ELTERN

IN DANKBARKEIT

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	7
II. LITERATUR Die Widerstandsfähigkeit von Wurmeiern in Kläranlagen	
1. Allgemeines	9
2. Widerstandsfähigkeit	11
3. Möglichkeiten der Vernichtung von Wurmeiern	13
4. Das Verhalten der Wurmeier in verschiedenen Anlagen	16
III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	
A. Beschreibung der geprüften Anlagen	20
B. Material und Methodik	
1. Spulwurmeier	22
2. Eier des großen Leberegels	26
3. Kriterien zur Eibeurteilung	28
C. Ergebnisse	
KAPITEL I	
1. Askarideneier	30
2. Leberegeleier	43
KAPITEL II	
1. Vergleichende Betrachtung der schädigenden Einflüsse verschiedener Schlammbelebungsanlagen auf Askarideneier	55
2. Vergleichende Betrachtung der schädigenden Einflüsse verschiedener Schlammbelebungsanlagen auf Leberegeleier	63
D. Besprechung der Ergebnisse	70

Seite

E. Zusammenfassung 75

F. Summary 76

IV. LITERATURVERZEICHNIS 78

Lebenslauf 88

I. EINLEITUNG

Unter Abwasserreinigung versteht man die in Kläranlagen erfolgende Befreiung der Abwässer von Schmutzstoffen, insbesondere von abbaubarer organischer Substanz.

In den kommunalen Abwässern finden sich außer Sandbeimengungen sowohl gröbere schwimmende Verunreinigungen als auch schlammbildende Schwebestoffe, ferner gelöste und kolloidale organische Stoffe und Bakterien. Die beiden letzten Verunreinigungen und der Schlamm bedingen die Fäulnisfähigkeit des städtischen Abwassers.

Bei der Reinigung der städtischen Abwässer müssen die einzelnen Schmutzstoffe durch verschiedene Verfahren gesondert entfernt werden.
Bei der mechanischen Abwasserreinigung erfolgt zunächst die Zurückhaltung grober Partikel durch Rechen. Auf den Rechen folgt der Sandfang zur Ablagerung des mitgeführten Sandes und endlich in Schlammabsitzbecken die Entfernung der Sinkstoffe und des an der Wasseroberfläche sich abscheidenden Schwimmschlammes. Der in den Absitzbecken ausgeschiedene Schlamm muß in besonderen Faulräumen ausgefault werden.
Die biologische Abwasserreinigung benutzt die Fähigkeit der im Abwasser enthaltenen Bakterien und Protozoen, organische Stoffe in unschädliche, chemisch einfache Stoffwechselprodukte überzuführen. Dabei sucht man die Bakterien durch Einblasen von Luft in das Abwasser zu gesteigerter Tätigkeit anzuregen und durch Rührvorrichtungen gleichmäßig zu verteilen, was als Schlammbelebung bezeichnet wird. Das Einbringen des Sauerstoffs kann mit Hilfe von Schlitten, Rotoren, Walzen oder Bürsten, um nur einige Möglichkeiten zu nennen, erfolgen. Hierbei kann der Abbau bis zur Stabilisierung des Schlamms, d. h. bis zur Geruchsfreiheit und weitestgehender Zer-

legung der angreifbaren organischen Bestandteile stattfinden oder, bei Anlagen mit geringerem Sauerstoffeintrag, eine anschließende Ausfaulung notwendig werden. Bei diesen Verfahren der Abwasserreinigung wird also die natürliche biologische Selbstreinigung der Gewässer nachgeahmt, nur mit dem Unterschied, daß Schlammbelebungsanlagen auf kleinem Raum und in wesentlich kürzerer Zeit arbeiten.

Während über die Wirkung der Schlammfaulung auf Wurmeier zahlreiche Untersuchungen angestellt worden sind, fehlen solche bei vielen Belebtschlammanlagen mit und ohne Schlammstabiliserung.

Herr Professor Dr. Dr. h. c. H. LIEBMANN, Vorstand des Zoologisch-Parasitologischen Instituts der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, beauftragte mich, diese Teilfrage zu klären.

II. LITERATUR

1. Allgemeines

"Kläranlagen sind ausschließlich Einrichtungen zur Wahrung hygienischer Belange. Sie müssen daher unter anderem folgender Anforderung genügen: Abtötung von Wurmeiern durch optimale Schlammbelebung. Nach bislang vorliegenden Erfahrungen kann im allgemeinen nur eine vollbiologische Abwasserreinigung gekoppelt mit optimal arbeitender Schlammfaulung annähernd dieser Anforderung gerecht werden. Alle Bestrebungen, Bau- und Betriebskosten durch Erstellung nur mechanisch wirkender Kläranlagen oder von Anlagen mit teilbiologischem Reinigungseffekt zu senken, widersprechen im Normalfall völlig dem Sinn und Zweck eines solchen Klärwerkes. Solche Anlagen können vom Hygieniker daher bestenfalls als Übergangslösung akzeptiert werden." (HANDLOSER, 1963). Diese Ansicht kann ohne Einschränkung geteilt werden, berücksichtigt man nur die volkswirtschaftlichen Verluste, die durch Leberegelbefall bei Rindern in der BRD entstehen. Nach NEUHAUS und SIX (1965) sind das für die Volkswirtschaft der BRD mittlere Jahresverluste von 180,7 Mio. DM. Bei Untersuchungen im Bezirk Frankfurt/Oder gibt MIELKE (1968) einen volkswirtschaftlichen Verlust je Jahr mit ungefähr 6,8 Mio. DM an. Verluste, die heute noch in Schweinebeständen oft beobachtet werden, sind rechnerisch nie festgehalten worden. Gemeint sind hierbei typische Aufzuchtkrankheiten, die die weit verbreitete enzootische Schweinepneumonie vermuten lassen, in Wirklichkeit jedoch durch massiven Spulwurmbefall hervorgerufen werden. Daneben ist die Gefahr für den Menschen durch Wurmseuchen infolge hygienischer Vorschriften (Ministerialamtsblatt Nr. 32/51 des Bayerischen Staatsministeriums des Innern vom 13. 8. 1951) im Hinblick auf das Abwasser stark reduziert, aber immer noch vorhanden (SCHUBERT und FISCHER, 1959).

Die Tatsache, daß die bei der Abwasserreinigung anfallenden Produkte aus wirtschaftlichen und biologischen Gründen möglichst schnell und ohne kostspielige Behandlungsverfahren wieder in den natürlichen Kreislauf eingeschleust werden müssen, stellt schon seit Jahrzehnten den verantwortlichen Stellen große Probleme. Mit steigender Bevölkerungsdichte in den Ballungszentren und mit dem allgemeinen Anwachsen der Bevölkerungszahl erhöht sich nicht nur die Menge des anfallenden Abwassers, sondern auch die Menge der in diesem Abwasser enthaltenen Eier von parasitischen Würmern. Welche Mengen von Wurmeiern täglich in eine Kläranlage eingeschwemmt werden können, geht aus zahlreichen Untersuchungen hervor (REINHOLD, 1948; GÄRTNER und MÜTING, 1949; SCHROEDER, 1949; ZARTNER, 1951; LEHMANN, 1954; FORSTNER, 1960; LIEBMANN, 1964/2, 1965, 1966/1). Nach diesen Untersuchungen kann man mit Sicherheit annehmen, daß in eine Kläranlage von der Größe Münchens täglich ca. eine Milliarde Wurmeier eingeschwemmt wird. Schwankungen kommen vor allem in solchen Kläranlagen vor, die mit Abwasser von großen Schlachthöfen versorgt werden (LEHMANN, 1954; FORSTNER, 1960).

Bei der in den Jahren 1945 bis 1948 verschiedentlich beschriebenen Wurmepidemie in Darmstadt konnte ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Verwurmung und Verwendung von ungeklärtem Abwasser zur Düngung der vor allem nach dem Kriege bestehenden Kleingärtneranlagen gesehen werden (BAUMHÖGGER, 1948; REINHOLD, 1948; SEISER, 1949). Auch GRAMMLING (1948) konnte nachweisen, daß bei einer Düngung des Gemüsegartens mit Stallmist niemand, jedoch bei einer Düngung mit Fäkalien von 120 Familien 63 unter Spulwurmbefall zu leiden hatten.

Die Übertragung von Wurmeiern durch Düngung mit ungeklärtem Abwasser stellt nicht nur für den Menschen (SCHUBERT und FISCHER, 1959; LIEBMANN, 1955, 1964),

sondern auch für unsere Haustiere eine ernste Gefahr dar. Eine zusammenfassende Darstellung über die große Bedeutung von geklärtem Abwasser für die Veterinärmedizin und für die Landwirtschaft geben LIEBMANN (1953, 1963, 1966/1) und LIEBMANN und BOCH (1956). Angesichts der zum Teil erheblichen Widerstandsfähigkeit von Wurmeiern gegenüber den verschiedensten Umwelteinflüssen muß die Gefahr, die der mögliche Gehalt des Abwassers an Wurmeiern für Mensch und Tier dauernd darstellt, sehr ernst genommen werden.

2. Widerstandsfähigkeit

Die Eischale bestimmt die Widerstandsfähigkeit eines Wurmeies. So verdanken die Askarideneier ihre große Widerstandsfähigkeit einer durchsichtigen fünfschichtigen Schale. Die äußere Eiweißhülle mit buckliger, klebriger Oberfläche besitzt ein gutes Festhaftungsvermögen und besteht aus Glykosamin (NEMESÉRI und HOLLÓ, 1964), ihr folgen nach innen drei chitinöse Schichten, auch "membrana lucida" genannt, bestehend aus Albuminen, und schließlich folgt die innerste Haut mit allen Eigenschaften einer semipermeablen Membran, auch "membrana vitellina" bezeichnet; diese ist lipoider Natur und schützt den Embryo vor allem gegen chemische Einflüsse und Schädigungen. Daher sind Askarideneier ein Gradmesser bei der Prüfung der Widerstandsfähigkeit von Wurmeiern in den verschiedensten Klärsystemen, da bei ihrer Vernichtung mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ein Absterben aller übrigen Wurmeier angenommen werden darf.
Nach WIRTH und DIERNHOFER (1950) sind die Eier außerordentlich widerstandsfähig und können sich jahrelang entwicklungsfähig erhalten. SPREHN (1932) glaubt, daß die harte Schale die Askarideneier vor Austrocknung

schützt und 2 - 3 Jahre lebensfähig erhalten kann. MHASKAR (1927) fand auf indischen Reisfeldern in menschlichen Fäkalien nach 16 Wochen noch lebende Askaridenlarven. Aus diesem Grunde warnt SCHUBERT (1947) vor der Düngung mit menschlichen Fäkalien, da diese Askarideneier enthalten könnten, die viele Jahre entwicklungsfähig bleiben. Embryonierte Eier des Schweinespulwurms behielten unter Laborbedingungen nach MÜNNICH (1965) über 4 Jahre ihre Lebensfähigkeit. Dagegen war die Infektionsfähigkeit am Ende des 4. Jahres stark eingeschränkt, was MÜNNICH auf eine Erschöpfung des Fettreservoirs in der Region des Mitteldarmes frisch entwickelter Larven zurückführt.
Askarideneier, die durch Abwasserberieselung in den Boden gelangen, sind wie GÄRTNER und MÜTING (1951) beitragen, nicht mehr als 2 Jahre lebensfähig. Die beiden Autoren machen dafür fermentative Prozesse im Boden verantwortlich. Nach LYSEK (1963) wirken vor allem Fusarium redolens und Cephalosporium, nach DUDDINGTON (1954) jedoch Arthrobotrys oligospora und Mycelium 186 besonders destruktiv auf Askarideneier. Auch ROMANENKO (1967) glaubt, daß das Einführen des Abwassers in Rinnen mit einer Tiefe von 40 - 60 cm ein Absterben fast aller Helmintheneier in 16 Monaten garantiere. Daneben soll diese Methode wirkungsvoller als Pflügen oder Kompostieren und billiger als fermentative Methoden sein. LIEBMANN (1953) gibt die Haltbarkeit von Askarideneiern im Erdboden mit einem Jahr an.
Untersuchungen von WALLNER (1956) in Futtersilos, von LOCHER (1954) in Gülle und Jauche und von ENIGK, HILDEBRANDT und TIETJEN (1965) in Schwemmist haben ergeben, daß Eier des großen Leberegels bei 8°C länger als 76 Tage, bei 18°C länger als 55 Tage entwicklungsfähig waren. Bei Eiern von Ascaris suum konnte noch nach einem Aufenthalt von 85 Tagen im Schwemmist eine Weiterentwicklung von 70 % verzeichnet werden.

3. Möglichkeiten der Vernichtung von Wurmeiern

Auf der Suche nach brauchbaren Vernichtungsmethoden mußte FIEGL (1954) feststellen, daß auf Grund des Aufbaues der Wurmeier, in Besonderheit der von Askariden und Taenien, eine sichere Abtötung mit vielen herkömmlichen Antiseptica in der Praxis nicht durchführbar ist. Die Anwendung von Chemikalien zur Abtötung von Wurmeiern in Abwässern, Klärschlamm oder Abortgrubeninhalt lehnt LIEBMANN (1963, 1964/1) ab, da einerseits unwirtschaftlich große Mengen von Chemikalien verbraucht würden und andererseits solche Giftstoffe die für den Ausfaulungsprozeß des Schlammes wichtigen Methanbakterien vernichten und die Düngewirkung des Schlammes beeinträchtigen würden.
Befürworter von Verregnungsanlagen glaubten durch hohe Drucke in den Verregnungsrohren die Wurmeier irreversibel schädigen zu können. MÜLLER (1951) und LIDLE (1954) mußten dabei feststellen, daß selbst Drucke von 225 Atü über einen Zeitraum von 4 - 72 Stunden nicht vermochten, Askarideneier oder Eier des großen Leberegels zu vernichten.
Nach NIKULIN (1959) können Askarideneier durch ultraviolette Bestrahlung vernichtet werden. Über die Vernichtung von Wurmeiern mit Hilfe von Röntgenstrahlen berichtet BUBNOV (1959), sowie SAUER (1969). In der Praxis ist bis heute noch keine dieser Methoden anwendbar.

a) Temperatur

Spulwurmeier sind erst infektionsfähig, wenn sie außerhalb des Säugetierorganismus eine Reifezeit durchgemacht haben (LIEBMANN, 1955). Bei dieser Entwicklung sind die Eier unbedingt auf drei Faktoren angewiesen, die SPREHN (1932) als die "biologische Trias" bezeichnet, nämlich optimale Temperatur, entsprechende Feuch-

tigkeit und genügend Sauerstoff. Nach LIEBMANN (1953), LAPAGE (1956) und auch JIROVEC (1960) erfordert diese Reifung unter günstigen Bedingungen 10 - 15 Tage. Die Mindesttemperatur zur Embryonierung beträgt 8°C, die Höchsttemperatur 39°C nach Angaben von SPREHN (1932), JETTMAR (1950), PLÖSSL (1950), Furchner (1952), LAPAGE (1956), ENIGK, HILDEBRANDT und TIETJEN (1965). Bei niedrigeren oder höheren Temperaturen wird die Eientwicklung unterbrochen, setzt aber sofort wieder ein, wenn günstige Temperaturen geboten werden. Durch Temperaturen unter dem Gefrierpunkt werden nach FURCHNER (1952) die Eier nicht abgetötet. JETTMAR (1950) bringt den Beweis, daß ein 20maliger Gefrier- und Auftauprozeß für 50 % der Eier unschädlich ist. Auch ANDREYANOV (1966) und FORSTNER (1961) sind der Ansicht, daß neben anderen vor allem Askarideneier in der Lage sind, winterliche Monate zu überstehen. Bei hohen Temperaturen herrscht Einigkeit über die Temperaturgrenze, von der ab Askarideneier so geschädigt werden, daß eine weitere Entwicklung nicht mehr möglich ist. Sie wird von JETTMAR (1950), PLÖSSL (1950) und LAPAGE (1956) einheitlich mit 37°C angegeben.

b) Feuchtigkeit

Gegenüber Trockenheit sollen Askarideneier geringe Widerstandskraft besitzen. RENNER (1951) meint, daß nach 6 Wochen im lufttrockenen Klärschlamm keine infektionsfähigen Spulwurmeier mehr zu finden sind. Diese Ansicht wird ebenfalls von LAPAGE (1956) geteilt. Nach KELLER (1951) sind für die aktive Entwicklung der Eier 80 % relative Feuchtigkeit notwendig.

c) Sauerstoff

Sehr unterschiedliche Literaturangaben bestehen über die schädigenden Einflüsse bei Sauerstoffentzug auf Askarideneier. So ist PLÖSSL (1950) der Ansicht, daß ein 9wöchiger Sauerstoffentzug von den Eiern gut vertragen wird. Dagegen sind SCHROEDER (1949), FURCHNER (1952), LAPAGE (1956) sowie JIROVEC (1960) der Meinung, daß Sauerstoffabschluß und Gärung in nur wenigen Tagen den Tod von Askarideneiern bedeuten. Diese unterschiedlichen Ergebnisse dürften einmal durch die Versuchsanordnung bedingt sein, denn die schädigenden Noxen, die für die Lebensdauer des Eies entscheidend sind, kommen beispielsweise in einem abgeschlossenen Emscherbrunnen viel besser zur Wirkung als in einem mit Faulschlamm gefüllten Glaszylinder. Zum anderen kommt dazu, daß die Lebensfähigkeit der Eier von den einzelnen Autoren nach sehr unterschiedlichen Methoden festgestellt wird, und letztlich ist auch die Lebensfähigkeit noch kein eindeutiger Beweis für die Infektionsfähigkeit des Eies. So nimmt UNATH (1942) als Beweis für die Infektionsfähigkeit die häufig sichtbaren Bewegungen der Larven im Ei an, aber nur der Tierversuch, wie ihn FORSTNER und SCHÄTZLE (1966) beschreiben, kann den wirklichen Beweis für die Infektionsfähigkeit erbringen. Bei Eiern des großen Leberegels muß nach wie vor der Nachweis des Miracidiums als Beweis der erhaltengebliebenen Entwicklungsfähigkeit angesehen werden.
Nach diesen Schilderungen bieten sich bis hier zwei Möglichkeiten an, mit denen man den Askarideneiern gefährlich werden kann:

1. die Hitze,
2. die Austrocknung.

Es darf an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen

werden, daß eine Zerstörung von Askarideneiern durch eine Abwasserreinigungsanlage die Zerstörung aller übrigen Eier garantiert, mit Ausnahme derer von Taenien.

4. Das Verhalten der Wurmeier in verschiedenen Anlagen

a) Mechanische Abwasserreinigung mit anaerober Schlammfaulung

Beim Eintritt in eine Kläranlage passieren die im Abwasser befindlichen Wurmeier mühelos den Grobrechen, der nur sehr große und sperrige Gegenstände zurückhält. Ein Teil der Eier findet sich in dem sich anschließenden Sandfang. Der überwiegende Teil der Eier wird jedoch im Absetzbecken zurückgehalten. In einem einwandfrei arbeitenden Absetzbecken tritt eine Stagnation des Abwassers ein, so daß der größte Teil der Wurmeier auf Grund ihres hohen spezifischen Gewichtes schnell zu Boden sinkt. Zusammen mit anderen, meist organischen Stoffen gelangen sie dann in die Faulräume.

Das Aufkommen von Detergentien und die Tatsache, daß Taenieneier im Gegensatz zu allen anderen Wurmeiern eine geringe Sinkgeschwindigkeit besitzen, veranlaßte MENSCHEL (1966) mit Hilfe von Flockungsmitteln das Absetzen von Wurmeiern zu unterstützen. Durch die im mechanischen Teil einer Kläranlage vorhandenen Absetzbecken ist es daher möglich, Wurmeier zurückzuhalten. Dabei genügt nach FORSTNER (1961), MENSCHEL (1964) und LIEBMANN (1953, 1964/1, 1966/1) die zur Absetzung der festen organischen Stoffe übliche Aufenthaltszeit des Abwassers von 1 1/2 - 2 Stunden völlig.

Bei den herkömmlichen Klärsystemen wird angenommen (LIEBMANN, 1950; FURCHNER, 1952), daß in dem langdauernden Fäulnisprozeß im alkalischen Milieu und

vor allem in dem dabei entstehenden Methangas Askarideneier irreversibel geschädigt werden. Eine weitgehende Vernichtung der Wurmeier im alkalischen methanbildenden Faulschlamm großer Emscherbrunnen bei einer Temperatur von +12°C innerhalb von drei Monaten und in beheizten Faulräumen von 2 Monaten steht fest. Die Angaben finden sich u. a. bei BAUMHÖGGER (1948), ZARTNER (1951), FURCHNER (1952), FORSTNER (1960), STROH (1961), MENSCHEL (1963) und LIEBMANN (1953, 1955, 1963, 1966/1). Beobachtungen über die Einflüsse des Schlammes auf Wurmeier in beheizten Faultürmen wurden von LEHMANN (1954), STROH (1961), MENSCHEL (1963) sowie von FORSTNER (1968) vorgenommen. In beheizten Faulräumen herrscht in der Regel eine konstante Temperatur von +26 bis +31°C, der Faulprozeß im Faulturm geht unter anaeroben Verhältnissen vor sich. Nach STROH (1961) genügt ein Aufenthalt von 3 Monaten in beheizten Faulräumen nicht, um die Lebensfähigkeit und Entwicklungsfähigkeit aller Askarideneier zu beeinträchtigen. 50 % solcher Eier sind nach morphologischer Beurteilung noch entwicklungsfähig; ihre Invasionsfähigkeit wurde dabei nicht überprüft. Bei einer Ausfaulzeit von 65 Tagen ohne Nacherhitzung des Schlammes waren keine entwicklungsfähigen Eier mehr vorhanden.
Die Mehrzahl der aufgefundenen Eier hatte eine unbeschädigte Schale. Wie MENSCHEL (1963) berichtet, sind isolierte Eier von Taenia saginata im beheizten Faulraum nach 26 Tagen zu 63,6 % zerstört. Bei Askarideneiern beobachtete FORSTNER (1968) während einer Aufenthaltsdauer von 24 Tagen lediglich eine reversible Entwicklungshemmung.

Die einzig sichere Abtötung der Wurmeier kann jedoch nur durch Hitzesterilisation des Schlammes erreicht

werden (SEISER, 1949; WILSON, 1949; STROH,1961; LIEBMANN, 1966). LIEBMANN und OFFHAUS (1961) zeigen dabei neue Wege. Sie schlagen vor, mittels Sterilisierung des Frischschlammes durch Erhitzung auf 100 - 120°C für die Dauer von 15 - 20 Minuten den Ausfaulungsprozeß des Schlammes bei gleicher Methanproduktion um ein Drittel der Zeit zu verkürzen. Eine weitere Möglichkeit ist die Schlammpasteurisierung bei +70°C über 15 - 20 Minuten (MUDRACK, 1966).

b) Belebtschlammanlagen mit aerobem Abbau

Vollkommen neue Klärsysteme auf der Basis des Belebtschlammes schaffen eine ganz andere Situation und werfen wieder neue Probleme auf. Das Abwasser wird dabei meistens, jedoch nicht unbedingt, durch Absitzen vorgeklärt. Das so vorbehandelte oder rohe Abwasser wird in Belebungsbecken unter kräftiger Belüftung umgewälzt, wobei sich Flocken bilden, die mit aeroben Kleinlebewesen wie Bakterien und Protozoen besiedelt sind und die kolloidalen und gelösten organischen Stoffe des Abwassers adsorbieren und abbauen. Bei Anlagen mit biologischer Nachreinigung gelangen Wurmeier in den Belebtschlamm, wenn durch eine nicht einwandfrei funktionierende mechanische Stufe die Wurmeier nicht zurückgehalten werden. Wird das Abwasser nicht vorgeklärt, so gelangen die Wurmeier ungehindert in die Schlammbelebungsanlage. LIEBMANN (1966/1) meint dazu, daß weder in den Belebungsbecken noch in Tropfkörpern Wurmeier zerstört werden. Dagegen stehen die Ergebnisse von BHASKARAN, SAMPATHKUMARAN, SUR und RADHAKRISHNAN (1956), die im Experiment mit Spul-, Haken- und Peitschenwurmeiern im Tropfkörper eine Vernichtung von 99,8 - 100 % und bei der Schlammbelebung von 81,5 - 100 % ermittelten.

MARTIN (1964) erreichte bei der Prüfung eines Hochlasttropfkörpers, eines Schwachlasttropfkörpers und einer schwach belasteten Schlammbelebungsanlage nach 6 Wochen die höchste Schädigungsquote mit 16 % geschädigter Askarideneier. JONES et al. (1947) konnten sogar zeigen, daß durch Eintragung von Sauerstoff bei der Schlammbelebung für Schistosomaeier ausgezeichnete Entwicklungsbedingungen geschaffen werden. Die Ansicht, daß bei der aeroben Schlammstabilisierung Wurmeier keinerlei Schädigung erfahren, vertritt auch MUDRACK (1966) sowie SCHÄTZLE (1969). Der "Oxydationsgraben" zählt ebenfalls zu den Schlammbelebungsanlagen. Dabei handelt es sich um ein vereinfachtes biologisches Reinigungsverfahren, das ohne getrennte Schlammfaulung und ohne mechanische Vorreinigung arbeitet. Der Sauerstoff wird mit Hilfe einer Bürste eingebracht. Bei dieser Anlage gelangen Wurmeier direkt in den Belebtschlamm und werden dort lange unter aeroben Verhältnissen gehalten. HAMM (1964) konnte im Oxydationsgraben eine 70fache Anreicherung von Askarideneiern beobachten. Nach 3monatigem Aufenthalt waren die Eier nur zu einem geringen Prozentsatz morphologisch geschädigt. Er weist dabei ausdrücklich auf die Gefahren hin, die die vereinfachten biologischen Reinigungsverfahren hinsichtlich der Verbreitung von Parasiten mit sich bringen. In der folgenden Arbeit soll daher klar zum Ausdruck kommen, ob überhaupt, wenn ja, inwieweit verschiedene weitere Schlammbelebungsanlagen in der Lage sind, Wurmeier zu schädigen.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A) Beschreibung der geprüften Anlagen

Beim Belebtschlammverfahren sind die reinigenden Kräfte im wesentlichen dieselben wie bei der im Fluß sich abspielenden biologischen Selbstreinigung, nämlich Ad- und Absorptionskräfte eines besonders beschaffenen Materials, des sog. Flockenschlammes, und die Lebenstätigkeit von Kleinlebewesen, die sich unter Mitwirkung von Fermenten von den aufgesogenen Stoffen des Abwassers ernähren, deren Luftbedarf jedoch durch künstliche Zufuhr gedeckt werden muß.
Das Besondere des Verfahrens beruht darauf, daß das wirksame Material aus dem Abwasser selbst gewonnen wird. Sättigt man nämlich Abwasser bei Gegenwart von Bakterien, die ja in Abwässern stets reichlich vorhanden sind, mit Luftsauerstoff unter ständiger Bewegung des Wassers, so gehen kolloidal gelöste organische Stoffe in ungelösten Zustand über, sie "flocken aus". Der mit Bakterien und Protozoen durchsetzte Flockenschlamm hält kraft seiner adsorptiven Eigenschaften die im frischen Abwasser immer mitgeführten Schmutzstoffe fest und wandelt sie durch hauptsächlich auf seiner Oberfläche angesiedelten Mikroorganismen in mineralische Stoffe um. Wegen des hohen Gehaltes an Mikroorganismen nennt man diesen Schlamm "belebten Schlamm".
Durch reichliche Zufuhr von Luft wird dafür gesorgt, daß die Lebewesen in den "biologischen Flocken" trotz ihrer Anhäufung stets genügend Sauerstoff vorfinden. Durch die künstliche Bewegung werden die Flocken ständig in der Schwebe gehalten und zugleich auch mit dem Abwasser ständig gemischt, also mit immer neuen Abwassermengen und damit mit neuen Nahrungsstoffen für die Bakterien und sonstige Mikroorganismen in Berührung gebracht. Der dabei entstehende Überschußschlamm wird aus dem Belebungsbecken abgeleitet und in Trockenbeete übergeführt (STRELL,1955).

Wurmeier, die in großer Zahl im Abwasser vorhanden sind, gelangen bei Belebtschlammanlagen ohne Vorklärung direkt in die Belebungsbecken, bei solchen mit mechanischer Vorklärung ist nach MENSCHEL (1964) nach 2 Stunden Absetzzeit auch nur die Gewähr gegeben, daß Eier von Taenia saginata zu 67 % 130 cm abgesunken sind; nach 3 Stunden sind es bis zu 89 %.
Obwohl alle anderen Eiarten wesentlich schneller sinken, taucht die Frage auf, was mit Wurmeiern, die in Belebtschlammanlagen ohne Vorklärung gelangen, geschieht.

In der Zeit vom 16. 6. 1969 bis zum 14. 3. 1970 wurden auf dem Abwasserversuchsfeld der "Bayerisch-Biologischen Versuchsanstalt" in Großlappen bei München 5 Belebtschlammanlagen auf ihre schädigenden Einflüsse gegenüber Wurmeiern überprüft, nämlich:

1. Denifloc-Anlage
2. Anlage nach Schmitz-Lenders
3. Oxydationsgraben
4. Ohm'sche-Anlage
5. Anlage nach Danjes

Von diesen Anlagen erhalten die Denifloc-Anlage, die Anlage nach Schmitz-Lenders und die Ohm'sche Anlage vorgeklärtes Abwasser. Das Schlammalter dieser Anlagen beträgt 15 - 30 Tage, d. h., daß Wurmeier, die im Schlamm angereichert sind, meistens 15 Tage, aber höchstens 30 Tage in der Anlage verweilen. Die Ohm'sche Anlage wurde bei den Untersuchungen in den biologischen Teil, 4a, und den mechanischen Teil, 4b, unterteilt.

Oxydationsgraben und Danjes-Anlage arbeiten mit Abwasser ohne Vorklärung. Bei der Danjes-Anlage beträgt das Schlammalter ebenfalls 15 - 30 Tage, je nach Belastung.

Der Oxydationsgraben wurde während der Untersuchung mit unverdünnter Jauche beschickt. Ein Schlammalter ist bei dieser Anlage nicht genau anzugeben, weil immer nur ein Teil des entstehenden Schlammes abgelassen wird. Wurmeier werden in dieser Anlage in den tieferen Schlammschichten verbleiben, wie es HAMM (1964) beschrieben hat.

B) Material und Methodik

Bei der Wahl der Wurmeier wurde je ein Vertreter der dickschaligen und je ein Vertreter der dünnschaligen Eier ausgewählt. Die dickschaligen Eier stammten von Schweinespulwürmern (Ascaris suum), die dünnschaligen Eier vom großen Leberegel (Fasciola hepatica).

1. Spulwurmeier

a) Materialbeschaffung

Die Beschaffung der Schweineaskariden erfolgte aus den Därmen frisch geschlachteter Schweine in der Schweineschlachthalle des Schlachthofs München.

b) Durchführung der Methode

Die Durchführung der Methode erfolgte weitgehend in Anlehnung an die Arbeit von FORSTNER und SCHÄTZLE (1966).
Aus den noch lebenden weiblichen Spulwürmern wurden die letzten 1,5 cm des paarig angelegten und oft prall mit Eiern gefüllten Uterus herauspräpariert. Es muß streng darauf geachtet werden, daß nur die letzten 1,5 cm des Uterus verwendet werden, da sonst ein hoher Prozentsatz an unreifen Eiern mit zur Untersuchung gelangt. Der Uterus wird in einer Petrischale, deren Boden mit Wasser bedeckt ist, vorsichtig ausgestreift. Für jede Probe wurden

etwa 1,5 Millionen Eier verwendet. Für 10 Millionen Eier benötigt man je nach Größe des weiblichen Tieres ca. 150 Spulwürmer. Durch kräftiges Umrühren wurde in der Petrischale eine möglichst homogene Eiaufschwemmung angestrebt. Diese wurde in ein Reagenzglas verbracht und zentrifugiert. Dabei sollte die Eiaufschwemmung nicht zu dicht sein, da sonst ein Pipettieren unmöglich ist. Die Eiaufschwemmung wurde auf 10 ml aufgefüllt, wiederum gut durchmischt und darauf rasch mit einer Pipette 0,1 ml entnommen. Diese 0,1 ml Eiaufschwemmung wurden in ein geeichtes Reagenzglas pipettiert und auf 10 ml mit Wasser aufgefüllt. Nach längerem Schütteln und Durchmischen wurden rasch mit einer Pipette viermal 0,1 ml entnommen, auf einen Objektträger verbracht und unter dem Mikroskop ausgezählt. Nichtbefruchtete Eier wurden dabei völlig außer acht gelassen.
Die Einbringung der Eier in die Anlage erfolgte unmittelbar danach. Die Wurmeier wurden dazu mit 4 - 5 Teilen des Schlammes der Anlage vermischt, in die sie später eingebracht wurden. Danach wurden die Eier in einem Beutel aus Perlongaze mit der Maschenweite 28 μ verpackt, wie es bei STROH (1961) und MENSCHEL (1963) beschrieben ist. Die Gazebeutel wurden in einem Stahlbehälter in die Anlage eingebracht. Dabei eignete sich die von BRUNNER (1952) entwickelte Stahlbombe vorzüglich. Mit Hilfe von Perlonschnüren wurde der innen hohle und im äußeren Mantel mit Löchern versehene Stahlbehälter an den gewünschten Stellen in die Anlagen eingehängt.

c) Kontrolle

Als Kontrolle dienten ca. 1,5 Millionen Eier, die auf drei Petrischalen verteilt wurden. Die Petrischalen wurden bis zu 1 cm mit Wasser von Zimmertemperatur angefüllt. Der Deckel wurde durch Ein-

schieben eines schmalen Kartonstreifens so aufgelegt, daß Luftzutritt gewährleistet war. Die Eier in den Petrischalen wurden im Brutschrank bei 29°C 45 Tage bebrütet und täglich 5 Minuten belüftet. Dabei wurde die Eiaufschwemmung mit einem Glasstab kräftig durchmischt und das verdunstete Wasser nötigenfalls nachgefüllt. Die Entwicklung wurde in fünftägigen Abständen durch Auszählen von 3 x 100 Eiern prozentual festgehalten. Die Zählung erfolgte mit einem "Leuko-Diff" - Gerät zur Auszählung des Blutbildes - , das in der Humanmedizin üblich ist.

d) Entnahmetage und weitere Beurteilung der Proben aus den Anlagen

Die Entnahme der Eier aus den verschiedenen Anlagen wurde bei Spulwurmeiern nach 15, 30, 60, 90 und 120 Tagen vorgenommen. Jede Probe wurde in eine gesonderte Petrischale gebracht, die 1 cm hoch mit Leitungswasser von Zimmertemperatur angefüllt wurde. Nach gründlichem Durchmischen wurde durch Auszählen von 3 x 100 Eiern der Prozentsatz der Eier festgestellt, die morphologisch keine Entwicklung erkennen ließen, und mit der Kontrolle im Brutschrank verglichen.

Zur Überprüfung, ob bei den nicht entwickelten und negativ veränderten Eiern der Probe eine Hemmung oder eine irreversible Schädigung vorliegt und ob die in der Entwicklung fortgeschrittenen Eier tatsächlich Larven des Invasionsstadiums hervorbringen, wurde jede Probe im Brutschrank bei 29°C bebrütet und täglich 5 Minuten belüftet. Die Überprüfung der Entwicklung erfolgte in fünftägigen Abständen auf eine Dauer von insgesamt 45 Tagen. Der Prozentsatz der entwickelten Eier wurde durch Auszählen von 3 x 100 Eiern ermittelt. Aus der Differenz der Prozentsätze nichtgeschädigter Eier der unter optimalen Bedingungen gehaltenen Kultur - bezogen auf 100 %,

da die nicht entwicklungsfähigen Eier auch in der Probe im selben Hundertsatz erhalten sind und deshalb bei der Berechnung außer acht gelassen werden können - und der morphologisch unveränderten oder auch weiter entwickelten Eier der Probe wurde die Schädigungsquote der Anlage berechnet. Hierbei wurde bei der Probe immer das Ergebnis nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt herangezogen.

Falls sich die aus der Anlage entnommenen Spulwurmeier bis zu gut beweglichen Larven entwickelt hatten, wurde durch einen Mäuseversuch überprüft, ob die bescheidete Larven enthaltenden Eier auch invasionsfähig sind. Etwa 20 000 Eier, die sich nach Aufenthalt in der Anlage innerhalb von 45 Tagen bis zur Invasionsreife entwickelt hatten, sowie etwa 20 000 Eier der von Anfang an im Brutschrank verweilenden Kontrolle wurden an je eine 6 - 8 Wochen alte weiße Maus verfüttert. Die Verfütterung erfolgte mit Hilfe einer Kanüle, wie sie bei Reihentierversuchen dafür gebräuchlich ist. Die Kanüle ist etwa 4 cm lang und im vorderen Drittel leicht gebogen. Die Spitze ist mit einer olivenähnlichen Auftreibung versehen. Mit dieser Kanüle konnten bei einiger Übung die Eier direkt in den Magen verabreicht werden. 17 - 20 Stunden später wurden die Mäuse getötet und von jeder Leber fünf Quetschpräparate mikroskopisch auf lebende Spulwurmlarven untersucht. Nach BHOWMICK (1964) sind zu dieser Zeit die meisten der wandernden Larven in der Leber. Eine Pepsinverdauung der Mäuseleber, wie sie bei FORSTNER und SCHÄTZLE (1966) beschrieben ist, wurde in keinem Fall notwendig.

2. Eier des großen Leberegels

a) Materialbeschaffung

Leberegel wurden aus konfiszierten Lebern im Konfiskatraum des Schlachthofs München gewonnen.

b) Durchführung der Methode

Die Leberegel wurden aus den Gallengängen konfiszierter Lebern gewonnen und durch vorsichtiges Waschen von Gallefarbstoffen befreit. Das aus dem blattförmigen Körper wie ein kurzer Stiel vorspringende Vorderende wurde mit einer Schere abgetrennt. Dann wurden die Eier mit Hilfe eines feinen Pinsels aus dem Körper in eine Petrischale, deren Boden mit Wasser bedeckt war, ausgestreift. Zu starker Druck mit dem Pinsel sollte dabei vermieden werden, da sonst zuviel Gallefarbstoff in die Petrischale gelangt und die spätere Auszählung wesentlich erschwert. Die Auszählung der Eier wurde analog der Auszählung der Spulwurmeier vorgenommen. Es muß an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß schon beim Auszählen viele Eier mit gesprungener Schale angetroffen werden. Dabei sollte man solche Eier bei der Zählung nicht einfach übergehen, da sonst bei der Beurteilung der entnommenen Probe aus der Anlage ein falsches Bild entstehen könnte, indem eine Schädigung vorgetäuscht wird.
Die Verpackung und Einbringung in die Anlagen erfolgte wie schon bei den Spulwurmeiern beschrieben. Im Gegensatz zu den Spulwurmeiern, bei denen je Probe 1,5 Millionen Eier verwendet wurden, wurden bei denen der Leberegeleier je Probe nur 100 000 Eier in die Anlage gebracht. Der Grund hierfür liegt darin, daß einmal zur Gewinnung von 100 000 Leberegeleiern ca. 100 Leberegel erforderlich sind, daß zum zweiten die Gewinnung der Eier nur bei ganz frischen Leberegeln den gewünschten Erfolg verspricht, da älteres Material schmierig und dadurch unbrauchbar wird,

und daß zum dritten eine Gewinnung und Verarbeitung von ca. 1 500 Leberegeln pro Tag das Maximum bedeutet.

c) Kontrolle

Als Kontrolle wurden 100 000 Eier in eine Petrischale verbracht. Die Petrischale war bis zu einem Zentimeter mit Wasser gefüllt. Die Eier wurden in der Petrischale bei 29°C 45 Tage im Brutschrank bebrütet. Nach BORCHERT (1962) ist die Entwicklung zum Miracidium bei dieser Temperatur in etwa 9 - 24 Tagen beendet. Für jede Anlage war, infolge des zu verschiedenen Zeiten gewonnenen Materials, eine gesonderte Kontrolle nötig. Belüftung, Wasserersatz, Durchmischen und Kontrollzählungen wurden wie bei Spulwurmeiern vorgenommen.

d) Entnahmetage und weitere Beurteilung der Proben aus den Anlagen

Die Entnahme der Proben erfolgte nach 15, 30, 60 und 90 Tagen. Die aus den Anlagen entnommenen Proben wurden unter denselben Bedingungen wie die Proben der Spulwurmeier im Brutschrank bebrütet. Die oft rasche Entwicklung zu Miracidien im Ei machte jedoch bei Leberegeleiern eine dreitägige Kontrollzählung von 3 x 100 Eiern erforderlich. Ein Nachweis der Invasionstüchtigkeit der Miracidien durch den Tierversuch war nicht möglich. Als Beweis ihrer Entwicklung wurde ihre Bewimperung und lebhafte Vorwärtsbewegung nach Befreiung durch Druck aus der Eihülle gewertet.
Die Schädigungsquote der Anlage wurde aus der Differenz der Prozentsätze entwickelter Eier oder Eier ohne Deckel, die eine unbeschädigte Schale aufwiesen, der unter optimalen Bedingungen gehaltenen Kultur und der ebenso entwickelten Eier der Probe ermittelt.

3. Kriterien zur Eibeurteilung

a) Spulwurmeier

Unter dem Begriff 'Schale beschädigt' wurden Eier erfaßt, deren Schale entweder einen durchgehenden Riß durch die Eischale erkennen ließen, oder deren Schale deutlich das Fehlen einzelner Schichten zu erkennen gab. Eier mit 'scholligem Plasma' sind Eier, deren Schale unversehrt geblieben ist, deren Plasma jedoch so geschädigt ist, daß es auch bei längerer Bebrütung keine weitere Entwicklung zeigt und als irreversibel geschädigt angesprochen werden muß. Dabei ist das Plasma entweder in übereinandergeschichteten, ellipsenförmigen Plasmaterrassen über das Ei gleichmäßig verteilt, oder der im Innern des Eies deutlich erkennbare Plasmakern hat an seiner hauchdünnen Umrandung Schaden gelitten, oder auch der Plasmakern selbst gibt durch einige kleinere oder größere Blasenbildungen eine Schädigung zu erkennen.
Daneben finden sich Eier, die ohne sichtbare Schädigung keine Weiterentwicklung zeigen. Solche nicht entwickelten Eier sind aber auch in der Kontrolle im Brutschrank zu finden, so daß es sich hierbei weniger um den erlittenen Schaden durch die jeweilige Anlage, sondern vielmehr um eine allgemeine Unfähigkeit der Weiterentwicklung handeln muß. Es darf hier mit aller Deutlichkeit gesagt werden, daß am Entnahmetag eine endgültige Beurteilung über die schädigenden Einflüsse der einzelnen Anlagen nicht abgegeben werden kann.
So haben sich Eier, die man bei der Entnahme als irreversibel geschädigt angesprochen hätte, oft nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt zu gut beweglichen Larven, die nach Auspressen aus dem Ei eine deutliche Scheide zeigten, entwickelt.
Mit Ausnahme der Eier, deren Schale deutlich beschädigt ist, oder der Eier, deren Plasma die oben beschriebenen Schäden aufweist, ist auf dem Gebiet der

Morphologie von Spulwurmeiern eine endgültige Einteilung in reversibel oder irreversibel geschädigte Eier erst nach einem Brutschrankaufenthalt von 45 Tagen möglich.

b) Leberegeleier

Zur Morphologie der Leberegeleier muß folgendes erläutert werden:

Unter 'Plasmazellen' sind Leberegeleier zu verstehen, deren Plasma von leicht gelber Farbe und fein granuliert über das Ei verteilt ist. Diese feine Granulierung reflektiert unter dem Mikroskop oft recht deutlich.
Ein Ei mit Miracidium ist leicht zu erkennen. Bei leichtem Druck und dabei erfolgender Sprengung der Eischale wird das Miracidium unter lebhaften Bewegungen frei. Dabei ist der die Larve allseitig umschließende Wimpernkranz deutlich sichtbar. Bei 'Eiern ohne Deckel' kann man von der Annahme ausgehen, daß es sich hierbei um Eier handeln muß, die in ihrer Entwicklung abgeschlossen waren und das Miracidium bereits freigegeben haben. Die Schale darf hierbei keinerlei Schädigungen aufweisen. Unter der Klassifizierung 'zerstörte Eier' wurden mehrere mögliche Schädigungen von Eiern zusammengefaßt. Darunter fallen einmal Eier mit gesprungener Schale, zum anderen Eier mit schwarzer oder blauschwarzer Plasmafarbe und Eier mit abgesprungenem Deckel und gesprungener Schale. Eier ohne Entwicklung sind bei Leberegeleiern sehr schwer einzuordnen. Schwer deshalb, weil sich eine Beurteilung erst nach 45 Tagen Bebrütung sicher vornehmen läßt, und selbst dann gibt es leicht fließende Übergänge von Plasmazelle zu nicht entwickeltem Ei. Man kann vielleicht sagen, daß das Plasma bei der nicht entwickelten Zelle etwas stärker granuliert und dunkler erscheint.

Die morphologische Eingruppierung von Leberegeleiern je nach Entwicklungsstand ist bei weitem nicht so einfach und vor allem nicht so vertretbar, wie beispielsweise bei Spulwurmeiern.

C. Ergebnisse

KAPITEL I

1. Askarideneier

a) Anlage I (Denifloc-Anlage)

Die Anlage I wurde am 16. Juni 1969 mit Askarideneiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 13. Oktober 1969. Bei dieser Anlage ist mit einem Schlammalter von normal 15 Tagen, höchstens aber 30 Tagen zu rechnen.
Nach einem Aufenthalt der Askarideneier von 15 Tagen in der Anlage war lediglich eine Entwicklungshemmung zu vermerken. Die nicht entwickelten Eier waren zu 90 % in der Lage, sich unter optimalen Verhältnissen bis zum Larvenstadium zu entwickeln (Tabelle 1). Zellen mit irreversiblen Schäden waren auch im Kontrollmaterial in prozentual fast gleicher Anzahl vorhanden. Von direkten Schädigungen der Eier, die durch den Aufenthalt in der Anlage bedingt wären, kann daher nicht gesprochen werden. Selbst nach 120 Tagen Aufenthalt der Askarideneier in der Anlage waren noch 80 % der Eier in der Lage, sich bis zum Larvenstadium zu entwickeln. Im Ver-

gleich zum Kontrollmaterial waren dies 17 % weniger. Unter diesen 17 % waren 15 % Eier, die 'schol-liges Plasma' aufwiesen. Solche Eier wurden im Kontrollmaterial mit 2 % ermittelt.

Nach 60tägigem und 120tägigem Aufenthalt vermochten sich 5 % bzw. 4 % der Eier bis zum Morulastadium zu entwickeln.

Eier, die 'keine Entwicklung' zeigten, waren im Kontrollmaterial mit 1 %, in der Probe zwischen 2 % und 5 % vertreten.

Eine Entwicklung bis zum 'embryonierten Ei' konnte zum Zeitpunkt der Probenentnahme in keinem Fall festgestellt werden.

Der Mäuseversuch war in allen Fällen positiv.

(Tabelle 1)

ANLAGE I (Denifloc-Anlage)	KEINE ENTWICKLUNG					2-ZELLSTADIUM					4-ZELLSTADIUM					MORULAST		
nach ... Tagen	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	6
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	2	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	90	92	74	84	77	-	-	5	2	2	3	2	4	2	2	-	-	5
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	2	2	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	2	4

Tabelle 1: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Denifloc-Anlage) auf Askarideneier nach 15, 30, 60, 90 und 120 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

	EMBRYONIERT					SCHALE BESCHÄDIGT					PLASMA SCHOLLIG					MÄUSEVERSUCH				
120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120
-	85	97	97	97	97	-	-	-	-	-	3	2	2	2	2	+	+	+	+	+
4	-	-	-	-	-	2	-	2	2	3	5	6	10	10	12	-	-	-	-	-
-	90	90	80	87	80	-	-	-	-	2	5	6	10	10	15	+	+	+	+	+

b) Anlage II (Anlage nach Schmitz-Lenders)

Die Anlage II wurde am 1. Juli 1969 mit Askarideneiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 27. Oktober 1969. Das Schlammalter dieser Anlage beträgt 15 - 30 Tage.
Nach 15tägigem Aufenthalt der Askarideneier in der Anlage war eine Entwicklungshemmung zu verzeichnen. Unter optimalen Verhältnissen im Brutschrank waren 94 % der Eier bereit zur Weiterentwicklung bis zum embryonierten Ei (Tabelle 2).
Nach 30tägigem Aufenthalt hatten sich 6 % der Eier in der Anlage bis zum Morulastadium entwickelt; nach 60 Tagen waren 4 % embryoniert.
Nach 120 Tagen Aufenthalt der Askarideneier in der Anlage waren 80 % der Eier fähig, sich nach zusätzlicher 45tägiger Bebrütung bis zum 'embryonierten Ei' zu entwickeln. Im Vergleich zum Kontrollmaterial waren dies 17 % weniger. Unter den Eiern, die zu einer Weiterentwicklung nicht in der Lage waren, nahmen die Eier mit 'scholligem Plasma' mit 13 % die erste Stelle ein. Mit 3 % folgten die Eier, die keinerlei Entwicklung aufwiesen, deren Schale und Plasma jedoch unbeschädigt waren.
Im Kontrollmaterial waren Eier mit 'scholligem Plasma' mit 2 %, Eier 'ohne Entwicklung' mit 1 % vertreten.
Irgendwelche Schädigungen am Eimaterial, die für diese Anlage charakteristisch gewesen wären, konnten nicht beobachtet werden.
Der jeweils durchgeführte Mäuseversuch war in allen Fällen positiv.

(Tabelle 2)

ANLAGE II (Anlage nach Schmitz-Lenders)	KEINE ENTWICKLUNG					2-ZELLSTADIUM					4-ZELLSTADIUM					MORULASTAD		
nach ... Tagen	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	2	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	91	84	81	72	70	-	2	3	6	4	5	3	-	-	10	-	6	2
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	1	6	2	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4

Tabelle 2: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Anlage nach Schmitz-Lenders) auf Askarideneier nach 15, 30, 60, 90 und 120 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

	EMBRYONIERT					SCHALE BESCHÄDIGT					PLASMA SCHOLLIG					MÄUSEVERSUCH				
0	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120
-	85	97	97	97	97	-	-	-	-	-	3	2	2	2	2	+	+	+	+	+
-	-	-	4	-	-	1	-	4	-	4	3	5	6	12	12	-	-	-	-	-
-	94	85	82	85	80	-	-	-	-	4	4	7	12	10	13	+	+	+	+	+

c) Anlage III (Oxydationsgraben)

Die Anlage III wurde am 1. Juli 1969 mit Askarideneiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 27. Oktober 1969. Ein genaues Schlammalter kann bei dieser Anlage nicht angegeben werden, da immer nur ein Teil des entstehenden Schlammes abgelassen wird. Nach HAMM (1964) verbleiben die Wurmeier jedoch in den tieferen Schlammschichten. Bei Entnahme der Askarideneier nach 15tägigem Aufenthalt in der Anlage konnte eine Weiterentwicklung der Eier nicht festgestellt werden.
Bei anschließender Bebrütung unter optimalen Verhältnissen vermochten sich 88 % dieser Eier bis zum 'embryonierten Ei' weiter zu entwickeln (Tabelle 3). Nach 30tägigem Aufenthalt in der Anlage konnten sich 2 % der Eier bis zum Morulastadium entwickeln, nach 90tägigem Aufenthalt stieg diese Zahl sogar auf 13 %.
70 % der Eier waren nach 120tägigem Aufenthalt in der Anlage und nachfolgender Bebrütung unter optimalen Verhältnissen embryoniert, das sind im Vergleich zum Kontrollmaterial um 27 % weniger. Unter den Eiern, die ihre Fähigkeit zur Weiterentwicklung verloren hatten, nahmen die Eier mit 'scholligem Plasma' mit 20 % den ersten Platz ein. Eier ohne Entwicklung waren mit 5 % vertreten.

Im Kontrollmaterial betrug die Anzahl der Eier mit 'scholligem Plasma' 2 %, die Anzahl der Eier ohne Entwicklung 1 %.
Der Mäuseversuch war jeweils positiv.

(Tabelle 3)

ANLAGE III (Oxydations-graben)	KEINE ENTWICKLUNG					2-ZELLSTADIUM					4-ZELLSTADIUM					MORULASTA		
nach ... Tagen	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	2	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	90	90	80	67	68	-	3	2	3	-	4	-	-	-	-	-	2	4
PROBE nach 45 Tagen Brut-schrankaufenthalt bei 29°C und vor-herigem Aufenthalt in der Anlage	2	2	2	10	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5	4	-

Tabelle 3: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Oxydationsgraben) auf Askarideneier nach 15, 30, 60, 90 und 120 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

	EMBRYONIERT					SCHALE BESCHÄDIGT					PLASMA SCHOLLIG					MÄUSEVERSUCH				
20	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120
–	85	97	97	97	97	–	–	–	–	–	3	2	2	2	2	+	+	+	+	+
–	–	–	–	–	–	2	1	2	–	2	4	4	12	17	24	–	–	–	–	–
–	88	88	80	75	70	1	–	3	–	5	4	4	15	13	20	+	+	+	+	+

d) Anlage IVa (Biologischer Teil der Ohm'schen Anlage)

Die Anlage IVa wurde am 1. Juli 1969 mit Askarideneiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 27. Oktober 1969.
Der belebte Schlamm verbleibt 15 - 30 Tage in dieser Anlage.
Bei Entnahme der Askarideneier nach 15tägigem Aufenthalt in der Anlage war keine wesentliche Weiterentwicklung der Eier zu bemerken; 2 % der Eier hatten das 2-Zellstadium und 3 % das 4-Zellstadium erreicht (Tabelle 4).
Von den nicht entwickelten Eiern vermochten sich nach 15 Tagen Aufenthalt in der Anlage und anschließender Haltung unter optimalen Bedingungen für 45 Tage 85 % bis zum embryonierten Ei weiter zu entwickeln. Verglichen mit dem Kontrollmaterial waren dies um 35 % weniger. Mit 25 % waren nach 120tägigem Aufenthalt in der Anlage und nachfolgender Bebrütung die Eier mit scholligem Plasma unter den Eiern an erster Stelle, die eine irreversible Schädigung aufwiesen. 8 % der Eier zeigten keine Entwicklung. Bei 5 % der Eier hatte die Schale Schaden gelitten.

Im Kontrollmaterial betrug die Anzahl der Eier mit 'scholligem Plasma' 2 %, die Anzahl der Eier ohne Entwicklung 1 %. Eier mit beschädigter Schale waren im Kontrollmaterial nicht aufzufinden.

Durch Mäuseversuche konnte die Invasionsfähigkeit der embryonierten Eier bestätigt werden.

(Tabelle 4)

ANLAGE IVa (Ohm'sche Anlage, biologischer Teil)	KEINE ENTWICKLUNG					2-ZELLSTADIUM					4-ZELLSTADIUM					MORULAS		
nach ... Tagen	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	2	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	90	89	79	68	60	2	4	-	-	-	3	-	3	-	6	-	-	-
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	2	3	1	3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4	4

Tabelle 4: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Ohm'sche Anlage, biologischer Teil) auf Askarideneier nach 15, 30, 60, 90 und 120tägigem Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

M		EMBRYONIERT					SCHALE BESCHÄDIGT					PLASMA SCHOLLIG					MÄUSEVERSUCH				
	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120
	–	85	97	97	97	97	–	–	–	–	–	3	2	2	2	2	+	+	+	+	+
	–	–	–	–	–	–	–	2	3	–	4	5	5	15	15	30	–	–	–	–	–
	–	85	87	80	85	62	1	1	–	–	5	4	5	15	12	25	+	+	+	+	+

e) Anlage IVb (Emscher-Brunnen der Ohm'schen Anlage)

Die Anlage IVb wurde am 1. Juli 1969 mit Askarideneiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 27. Oktober 1969.
Der Schlamm unterliegt einer 3monatigen Ausfaulung.

2 % der Eier waren nach 15tägigem Aufenthalt in der Anlage in der Lage, das 2-Zellstadium zu erreichen. Von den 92 % bei der Entnahme keine Entwicklung zeigenden Eiern hatten 87 % noch die Fähigkeit, sich bis zum embryonierten Ei zu entwickeln (Tabelle 5).
Nach 120 Tagen Aufenthalt in der Anlage vermochten sich noch 70 % der Askarideneier bis zum embryonierten Ei zu entwickeln. Im Vergleich zum Kontrollmaterial waren dies 27 % weniger. Der Prozentsatz der Eier, die auch nach Bebrütung keinerlei Entwicklung zeigten, betrug 4. Die Eier mit scholligem Plasma nahmen auch hier mit 20 % die erste Stelle ein.
Eier mit beschädigter Schale konnten zu 3 % ermittelt werden.
Im Kontrollmaterial betrug der Prozentsatz der Eier ohne Entwicklung 1, der der Eier mit scholligem Plasma 2; Eier mit beschädigter Schale wurden nicht angetroffen.
Der Mäuseversuch war in jedem Fall positiv.

(Tabelle 5)

ANLAGE IVb (Ohm'sche Anlage, Emscher-Brunnen)	KEINE ENTWICKLUNG					2-ZELLSTADIUM					4-ZELLSTADIUM					MORULASTAD		
nach ... Tagen	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	2	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	92	92	82	76	66	2	-	7	-	10	1	1	-	4	3	-	1	-
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	3	3	4	3	4	-	-	-	-	-	-	4	-	2	-	6	3	-

Tabelle 5: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Ohm'sche Anlage, Emscher-Brunnen) auf Askarideneier nach 15, 30, 60, 90 und 120 Tage Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

	EMBRYONIERT					SCHALE BESCHÄDIGT					PLASMA SCHOLLIG					MÄUSEVERSUCH				
20	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120
–	85	97	97	97	97	–	–	–	–	–	3	2	2	2	2	+	+	+	+	+
–	–	–	–	–	–	–	3	1	3	6	5	3	10	15	15	–	–	–	–	–
3	87	85	83	77	70	1	2	2	–	3	3	3	11	18	20	+	+	+	+	+

f) Anlage V (Anlage nach Danjes)

Die Anlage V wurde am 4. November 1969 mit Askarideneiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 3. März 1970.
Die Anlage nach Danjes arbeitet je nach Belastung mit einem Schlammalter von 15 - 30 Tagen.
7 % der Eier zeigten nach 15tägigem Aufenthalt in der Anlage eine Weiterentwicklung bis zum Morulastadium.
89 % der Eier waren nach 15tägigem Aufenthalt in der Anlage, unter optimale Verhältnisse gebracht, noch in der Lage, invasionsfähige Larven zu entwickeln (Tabelle 6).
70 % der Eier konnten unter Brutschrankverhältnissen trotz 120tägigem Aufenthalt in der Anlage noch Embryonen hervorbringen. Im Vergleich zum Kontrollmaterial waren dies 27 % weniger. Nach 120tägigem Aufenthalt in der Anlage zeigten nach Bebrütung 5 % der Eier keine Entwicklung, 25 % der Eier wurden mit scholligem Plasma angetroffen.
Während nach 15 Tagen Aufenthalt der Eier in der Anlage sowie 45 Tagen im Thermostaten die Zellen mit scholligem Plasma im Kontrollmaterial und in der Probe prozentual mit 6 % gleich stark vertreten waren, wies das Kontrollmaterial nach 120 Tagen nur 2 % solcher Eier auf.
Eier ohne Entwicklung fand man im Kontrollmaterial zu 1 %.
Alle durchgeführten Mäuseversuche verliefen positiv.

(Tabelle 6)

ANLAGE V (Anlage nach Danjes)	KEINE ENTWICKLUNG					2-ZELLSTADIUM					4-ZELLSTADIUM					MORULASTA		
nach ... Tagen	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	90	96	80	78	58	-	-	5	-	12	-	-	-	4	8	7	-	2
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	2	4	4	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-

Tabelle 6: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Anlage nach Danjes) auf Askarideneier nach 15, 30, 60, 90 und 120 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

	EMBRYONIERT					SCHALE BESCHÄDIGT					PLASMA SCHOLLIG					MÄUSEVERSUCH				
120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120	15	30	60	90	120
-	82	95	97	97	97	-	1	-	-	-	6	3	2	2	2	+	+	+	+	+
-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	7	3	4	8	12	15	-	-	-	-	-
-	89	87	80	79	70	-	2	2	5	-	6	3	14	11	25	+	+	+	+	+

2. Leberegeleier

a) Anlage I (Denifloc-Anlage)

Die Anlage I wurde am 15. Juli 1969 mit Leberegeleiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 13. Oktober 1969. Bei der Anlage ist normalerweise mit einem Schlammalter von 15 Tagen zu rechnen. Ausnahmsweise erreicht der Schlamm auch ein Alter von 30 Tagen.

Nach 15tägigem Aufenthalt in der Anlage waren 25 % der Leberegeleier noch in der Lage, unter optimalen Verhältnissen Miracidien zur Entwicklung zu bringen (Tabelle 7). Im Kontrollmaterial waren es dagegen nur 20 %, also 5 % weniger.

Nach 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage und 45 Tagen Brutschrankaufenthalt wurden 20 % Leberegeleier mit Miracidien gezählt. Verglichen mit dem Kontrollmaterial waren dies 9 % weniger.

Plasmazellen waren in allen vier Zeitabschnitten im Kontrollmaterial und in der Probe prozentual ohne wesentlichen Unterschied. Dasselbe war bei den zerstörten Eiern festzustellen.

Bei den Eiern ohne Deckel war nach 90tägigem Aufenthalt der Eier in der Anlage mit anschließender Bebrütung der Prozentsatz im Kontrollmaterial um 4 höher als in der Probe.

Größere Unterschiede waren bei den Eiern ohne Entwicklung festzustellen. Während es im Kontrollmaterial nach 90 Tagen 7 % der Eier waren, wurden in der Probe 29 % bzw. nach darauffolgenden 45 Tagen im optimalen Milieu 17 % ohne Entwicklung gezählt. Eier mit Miracidium konnten bei Entnahme aus der Anlage nie gefunden werden.

(Tabelle 7)

ANLAGE I (Denifloc-Anlage)	PLASMAZELLEN				EI mit MIRACIDIUM				EI ohne DECKEL				ZERSTÖRTE EIER				EIER ohne ENTWICKLUNG			
nach ... Tagen	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	35	32	32	32	20	32	30	29	6	7	9	9	23	22	22	23	16	7	7	7
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	32	34	34	34	-	-	-	-	5	5	5	7	22	25	25	30	41	36	36	29
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	30	32	34	32	25	25	25	20	5	7	3	5	23	26	24	26	17	10	14	17

Tabelle 7: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Denifloc-Anlage) auf Leberegeleier nach 15, 30, 60 und 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

b) Anlage II (Anlage nach Schmitz-Lenders)

Die Anlage II wurde am 15. Juli 1969 mit Leberegeleiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 13. Oktober 1969. Das Schlammalter dieser Anlage beträgt 15 - 30 Tage.
Nach 15 Tagen Aufenthalt der Leberegeleier in der Anlage vermochten sich 35 % der Eier bis zum Miracidium zu entwickeln, sobald sie in optimale Umweltverhältnisse gebracht wurden (Tabelle 8). Im Kontrollmaterial wurden nach 15 Tagen Brutschrankaufenthalt 25 % Eier mit Miracidien gezählt.

Nach 90tägigem Aufenthalt in der Anlage und 45 Tagen Brutschrankaufenthalt wurden in 19 % Eier Miracidien gefunden. Im Vergleich zum Kontrollmaterial waren dies zu diesem Zeitpunkt 9 % weniger.
Die Zahlen der Eier, die als sog. Plasmazellen angesprochen wurden, hielten sich im Kontrollmaterial und in der Probe jeweils die Waage.
Zerstörte Eier wurden bei der Probe mit 26 % ermittelt, während sie im Kontrollmaterial mit 25 % vertreten waren.
19 % der Eier zeigten nach 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage und nachfolgender Bebrütung keinerlei Entwicklung. Im Kontrollmaterial betrug der Prozentsatz dieser Eier jedoch nur 9.
An den Entnahmetagen waren zu keinem Zeitpunkt Eier mit Miracidien zu ermitteln.

(Tabelle 8)

ANLAGE II (Anlage nach Schmitz-Lenders)	PLASMAZELLEN				EI mit MIRACIDIUM				EI ohne DECKEL				ZERSTÖRTE EIER				EIER ohne ENTWICKLUNG			
nach ... Tagen	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	35	30	30	30	25	32	28	28	–	3	7	8	23	25	25	25	17	10	10	9
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	35	35	32	30	–	–	–	–	1	3	3	5	25	25	26	25	39	37	39	40
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	32	32	32	32	35	26	20	19	7	5	5	4	20	27	24	26	6	10	19	19

Tabelle 8: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Anlage nach Schmitz-Lenders) auf Leberegeleier nach 15, 30, 60 und 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

c) Anlage III (Oxydationsgraben)

Die Anlage III wurde am 15. Juli 1969 mit Leberegeleiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 13. Oktober 1969. Ein exaktes Schlammalter kann bei dieser Anlage nicht angegeben werden, da immer nur ein Teil des entstehenden Schlammes abgelassen wird. Nach HAMM (1964) verbleiben die Wurmeier jedoch in den tieferen Schlammschichten. Nach 15tägigem Aufenthalt der Leberegeleier in der Anlage waren 33 % unter günstigen Bedingungen in der Lage, Miracidien zur Entwicklung zu bringen. Das Kontrollmaterial wies nach 15 Tagen Brutschrankaufenthalt 22 % Eier mit Miracidien auf.

Nach 90 Tagen Aufenthalt der Leberegeleier in der Anlage erreichten noch 19 % das Miracidienstadium. Verglichen mit dem Kontrollmaterial waren dies 8 % weniger. Nach 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage waren 19 % der Eier zu einer weiteren Entwicklung nicht mehr fähig. Im Kontrollmaterial betrug zu diesem Zeitpunkt der Prozentsatz dieser Eier 11.
Der Prozentsatz der Plasmazellen war, abgesehen von geringen Abweichungen, im Kontrollmaterial und in der Probe fast identisch.
Zerstörte Eier fanden sich im Kontrollmaterial nach einer Bebrütungszeit von 30 - 90 Tagen zu 14 %. In der Probe waren diese Eier bei der Entnahme aus der Anlage nach äquivalenten Zeitspannen mit 15 - 22 % vertreten, und nach weiteren 45 Tagen unter optimalen Bedingungen änderte sich ihr Prozentsatz (18 - 20) nur wenig.
Eier mit entwickelten Miracidien konnten an keinem der Entnahmetage gefunden werden.

ANLAGE III (Oxydations-graben)	PLASMAZELLEN				EI mit MIRACIDIUM				EI ohne DECKEL				ZERSTÖRTE EIER				EIER ohne ENTWICKLUNG			
nach ... Tagen	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	35	37	37	37	22	35	27	27	2	3	11	11	18	14	14	14	23	11	11	11
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	34	38	39	37	-	-	-	-	3	7	4	6	20	15	22	22	43	40	35	35
PROBE nach 45 Tagen Brut-schrankaufenthalt bei 29°C und vor-herigem Aufenthalt in der Anlage	35	36	38	37	33	28	19	19	2	7	6	5	23	18	20	20	7	11	17	19

Tabelle 9: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Oxydationsgraben) auf Leberegeleier nach 15, 30, 60 und 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

d) Anlage IVa (Biologischer Teil der Ohm'schen Anlage)

Die Anlage IVa wurde am 12. November 1969 mit Leberegeleiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 10. Februar 1970. Der belebte Schlamm dieser Anlage erreicht ein Alter von 15 - 30 Tagen.
Trotz 15tägigem Aufenthalt der Leberegeleier in der Anlage konnten sich anschließend unter optimalen Bedingungen noch 28 % bis zum Miracidium entwickeln (Tabelle 10). Eier mit Miracidien wurden im Kontrollmaterial nach 15 Tagen zu 20 % gefunden.

Auch 90 Tage Aufenthalt in der Anlage nahmen 20 % der Leberegeleier nicht die Fähigkeit, später Miracidien zu entwickeln. Das Kontrollmaterial lag zu diesem Zeitpunkt mit 20 % miracidienhaltigen Eiern um 8 % höher.
Plasmazellen wurden in den nach verschiedenen Zeitabschnitten entnommenen Proben mit anschließender Bebrütung durchschnittlich um 2 % häufiger festgestellt als im Kontrollmaterial.
Zerstörte Eier wurden im Kontrollmaterial nach 90 Tagen zu 20 % gefunden, während die Anzahl dieser Eier in der Probe mit derselben Verweildauer in der Anlage und anschließender Bebrütung 22 % betrug.
Nach 90 Tagen Aufenthalt der Leberegeleier in der Anlage hatten 21 % der Eier ihre Fähigkeit zur Weiterentwicklung eingebüßt. Im Kontrollmaterial betrug der Anteil dieser Eier 11 %.
An den jeweiligen Entnahmetagen konnten auch bei dieser Anlage in der entnommenen Probe keine Eier mit Miracidien entdeckt werden.

(Tabelle 10)

ANLAGE IVa (Ohm'sche Anlage, biologischer Teil)	PLASMAZELLEN				EI mit MIRACIDIUM				EI ohne DECKEL				ZERSTÖRTE EIER				EIER ohne ENTWICKLUNG			
nach ... Tagen	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	30	32	32	32	20	39	30	28	3	-	7	9	25	20	20	20	23	9	11	11
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	34	34	34	35	-	-	-	-	-	1	1	-	30	24	26	24	36	41	39	41
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	32	34	34	35	28	25	19	20	3	4	5	2	28	25	24	22	9	12	18	21

Tabelle 10: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Ohm'sche Anlage, biologischer Teil) auf Leberegeleier nach 15, 30, 60 und 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

e) Anlage IVb (Emscher-Brunnen der Ohm'schen Anlage)

Die Anlage IVb wurde am 12. November 1969 mit Leberegeleiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 10. Februar 1970. Der belebte Schlamm dieser Anlage wird einer anschließenden 3monatigen Ausfaulung unterzogen. Im Faulraum herrschen Temperaturen von $+12^{o}$ - $+15^{o}$C.

Nach 15 Tagen Aufenthalt der Leberegeleier in der Anlage entwickelten sich 25 % der Eier bei der anschließenden Bebrütung bis zum Miracidium (Tabelle 11). Im Kontrollmaterial waren nach 15 Tagen 20 % der Eier mit Miracidien nachweisbar.

Nach 90 Tagen Aufenthalt der Eier in der Anlage entwickelten sich nach Verbringen in optimales Milieu nur 15 % der Eier bis zum Miracidium, Im Kontrollmaterial wurde zu diesem Zeitpunkt mit 28 % Eier mit Miracidien eine Zahl festgehalten, die um 13 % höher lag. Bei der Auszählung und Klassifizierung der Eier nach 90 Tagen betrug der Anteil an Eiern mit Plasmazellen in der Probe nach Bebrütung 37 % und bei den Eiern des Kontrollmaterials 32 %. Zerstörte Eier fanden sich nach 90tägigem Aufenthalt in der Anlage und anschließender Bebrütung im Brutschrank zu 12 % mehr in der Probe als im Kontrollmaterial, das 90 Tage im Brutschrank gewesen war. Eier ohne jegliche Tendenz zur Weiterentwicklung waren nach 90 Tagen in der Probe mit 16 %, im Kontrollmaterial mit 11 % vertreten.

Eine Entwicklung des Eies zum Miracidium in der Anlage selbst konnte nicht beobachtet werden.

(Tabelle 11)

ANLAGE IVb (Ohm'sche Anlage, Emscher-Brunnen)	PLASMAZELLEN				EI mit MIRACIDIUM				EI ohne DECKEL				ZERSTÖRTE EIER				EIER ohne ENTWICKLUNG			
nach ... Tagen	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	30	32	32	32	20	39	30	28	3	-	7	9	25	20	20	20	23	9	11	11
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	36	32	35	35	-	-	-	-	-	-	1	-	24	28	22	30	40	40	42	35
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	35	30	35	37	25	26	19	15	5	4	4	-	22	30	18	32	13	10	24	16

Tabelle 11: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Ohm'sche Anlage, Emscher-Brunnen) auf Leberegeleier nach 15, 30, 60 und 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

f) Anlage V (Anlage nach Danjes)

Die Anlage V wurde am 12. November 1969 mit Leberegeleiern beschickt. Die letzte Entnahme erfolgte am 10. Februar 1970.
Die Anlage nach Danjes arbeitet je nach Belastung mit einem Schlammalter von 15 - 30 Tagen. 30 % der Leberegeleier, die 15 Tage in der Anlage gewesen waren, konnten sich unter anschließend optimalen Bedingungen zu Miracidien entwickeln. Nach 15 Tagen Brutschrankaufenthalt waren im Kontrollmaterial 25 % miracidienhaltige Eier aufzufinden.
Diese Zahl stieg im Kontrollmaterial nach 90 Tagen Brutschrankaufenthalt auf 30 % an. Eier, die 90 Tage den Einflüssen der Anlage ausgesetzt wurden, konnten sich anschließend unter optimalen Verhältnissen nur zu 20 % bis zum Miracidium entwickeln. Eier, die als Plasmazellen angesprochen wurden, fanden sich in der Probe zwischen 2 % und 6 % häufiger als im Kontrollmaterial. Nach 90 Tagen Aufenthalt der Eier im Brutschrank waren 22 % zerstört; 24 % betrug der Anteil dieser Eier, wenn sie 90 Tage den Einflüssen der Anlage ausgesetzt waren und anschließend bebrütet wurden. Eier ohne Entwicklung wurden zu diesem Zeitpunkt in der Probe mit 14 %, um 3 % mehr als im Kontrollmaterial, ermittelt.

Eier, die sich während ihres Aufenthalts in der Anlage V bis zum Miracidium entwickelt hätten, wurden nicht angetroffen.

(Tabelle 12)

ANLAGE V (Anlage nach Danjes)	PLASMAZELLEN				EI mit MIRACIDIUM				EI ohne DECKEL				ZERSTÖRTE EIER				EIER ohne ENTWICKLUNG			
nach ... Tagen	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
KONTROLLMATERIAL bebrütet bei 29°C zum Zeitpunkt der Probeentnahme aus der Anlage	30	30	30	30	25	36	29	30	3	4	8	7	22	21	22	22	20	9	11	11
PROBE bei Entnahme aus der Anlage	33	30	35	32	-	-	-	-	2	4	7	8	22	25	24	25	43	41	34	35
PROBE nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt bei 29°C und vorherigem Aufenthalt in der Anlage	32	32	35	36	30	25	19	20	5	7	8	6	20	24	24	24	13	12	14	14

Tabelle 12: Der Einfluß von belebtem Schlamm (Anlage nach Danjes) auf Leberegeleier nach 15, 30, 60 und 90 Tagen Aufenthalt in der Anlage (Angaben in %)

KAPITEL II

1. Vergleichende Betrachtung der schädigenden Einflüsse verschiedener Schlammbelebungsanlagen auf Askarideneier

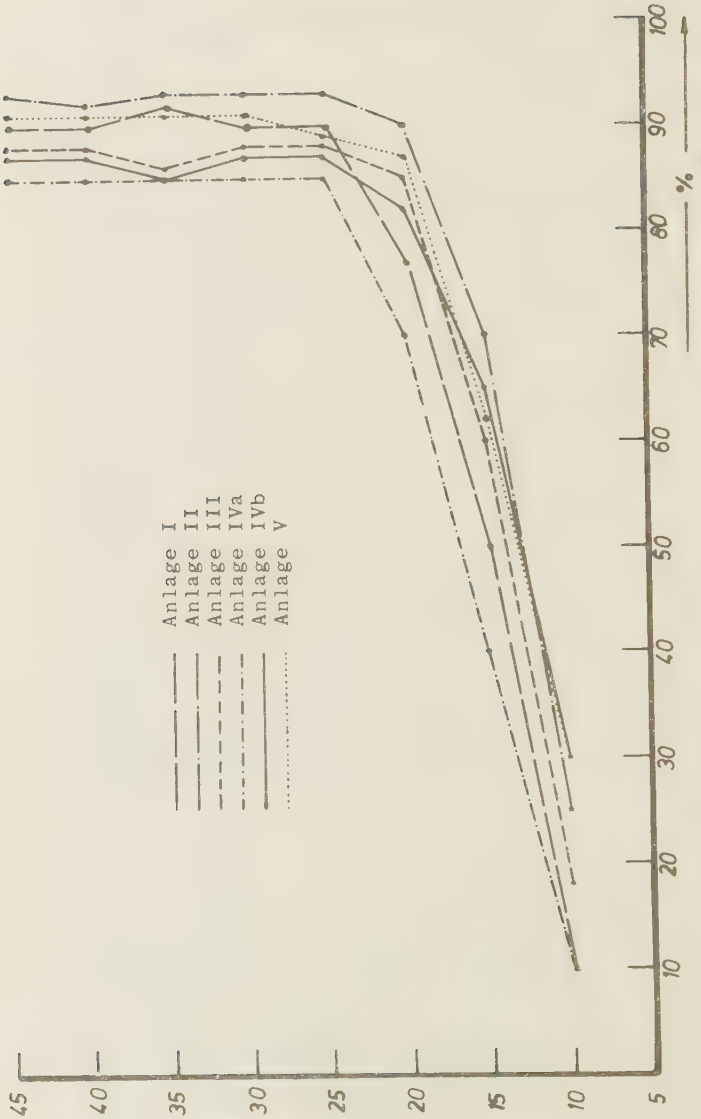
a) nach 15tägigem Aufenthalt

In der graphischen Darstellung 1 wird deutlich sichtbar, daß ein 15tägiger Aufenthalt in den angeführten Schlammbelebungsanlagen die Askarideneier kaum zu schädigen vermochte. Nach Entnahme aus den Anlagen waren in sämtlichen Proben bei anschließender Bebrütung im Brutschrank nach 10 Tagen zwischen 10 % und 30 % embryonierter Eier zu finden. Die meisten Eier, die ihre Fähigkeit zur Weiterentwicklung nicht eingebüßt hatten, waren nach 25 Tagen Brutschrankaufenthalt entwickelt, d. h., die Entwicklung war im Vergleich zu Eiern, die von Anfang an unter optimalen Bedingungen gehalten wurden, etwas verzögert.

Immerhin waren nach 45tägigem Brutschrankaufenthalt zwischen 85 % und 94 % der Eier der Proben, die in den verschiedenen Anlagen gewesen waren, embryoniert. Dabei wies die Anlage IVa mit 85 % die geringste Entwicklung an embryonierten Eiern auf, während sich von den Eiern der Probe aus Anlage II 94 % zu embryonierten Eiern entwickeln konnten.

b) nach 30tägigem Aufenthalt

Nach 30tägigem Aufenthalt in den einzelnen Anlagen scheinen die Askarideneier eine nicht sichtbare Weiterentwicklung durchgemacht zu haben. Dieser Gedanke liegt nahe, da nach Entnahme bei anschließendem Brutschrankaufenthalt bereits nach 10 Tagen zwischen 50 % und 70 % der Eier embryoniert waren. Die Unterschiede zwischen der Eientwicklung der einzelnen Proben aus den verschiede-

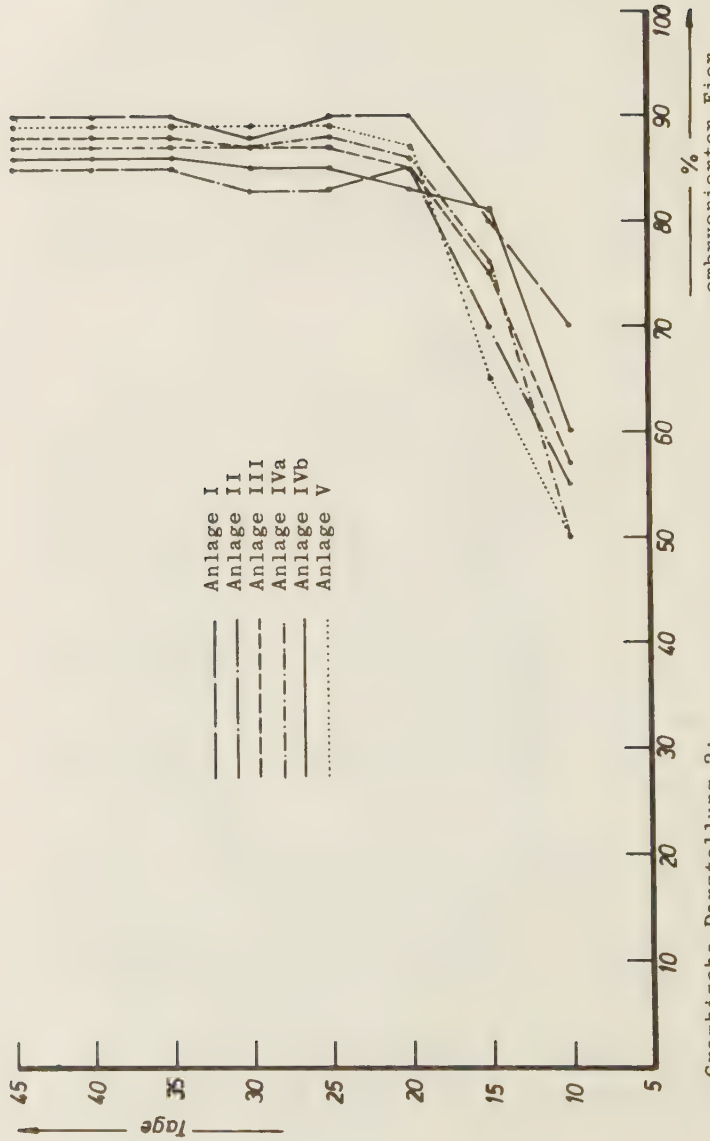


Graphische Darstellung 1:
Die Entwicklung von Askarideneiern nach 15tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C

nen Anlagen waren dabei nicht typisch für irgendeinen Anlagentyp (graphische Darstellung 2). Die Entwicklung zum Larvenstadium war bei den meisten Eiern nach 20 Tagen Brutschrankaufenthalt abgeschlossen. Dabei erreichten von den Eiern, die 30 Tage in der Anlage II gelegen hatten, nach 45tägiger Bebrütung im Brutschrank 85 % der Eier das Larvenstadium, von denen der Anlage I 90 %. Eine besonders typische Schädigung einer Anlage gegenüber Askarideneiern war nach 30tägigem Aufenthalt nicht offensichtlich.

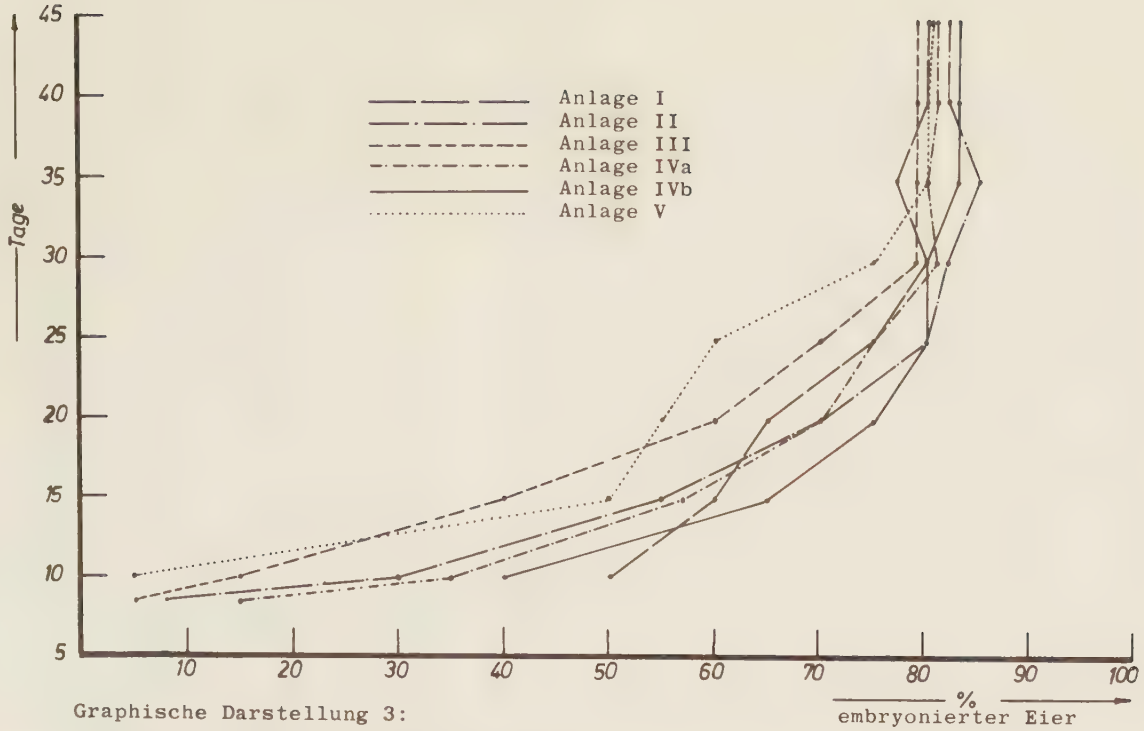
c) nach 60tägigem Aufenthalt

Auf der graphischen Darstellung 3 ist ersichtlich, daß nach 60tägigem Aufenthalt der Askarideneier in den verschiedenen Anlagen Eier, die in den Anlagen II, III und IVa verweilt hatten, schon vor 10 Tagen Bebrütung embryonierte Eier aufwiesen. Die Entwicklung im Ei muß also fortgeschritten sein während des Aufenthalts in der Anlage, allerdings nicht sichtbar, wird aber nach Erreichen optimaler Umweltbedingungen durch eine sprunghafte Entwicklung zum embryonierten Ei deutlich. Bei den Proben, die den Einflüssen der übrigen Anlagen ausgesetzt gewesen waren, wurden schon nach 10 Tagen Brutschrankaufenthalt 40 % - 50 % embryonierte Eier angetroffen. Die Entwicklung im Brutschrank war bei den Eiern, die 60 Tage in den einzelnen Anlagen gewesen waren, erst nach 30 Tagen Bebrütung abgeschlossen. Bei Askarideneiern, die von Anfang an unter optimalen Bedingungen gehalten wurden, zeigten sich frühestens nach 12 Tagen embryonierte Eier, doch war das Maximum der Eientwicklung meist mit 18 Tagen erreicht. Nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt waren von den Eiern, die 60 Tage den Einflüssen der Anlage III ausgesetzt gewesen waren, 80 %, von denen der Anlage IVb 83 % embryoniert.



Graphische Darstellung 2:

Die Entwicklung von Askarideneiern nach 30tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C



Graphische Darstellung 3:

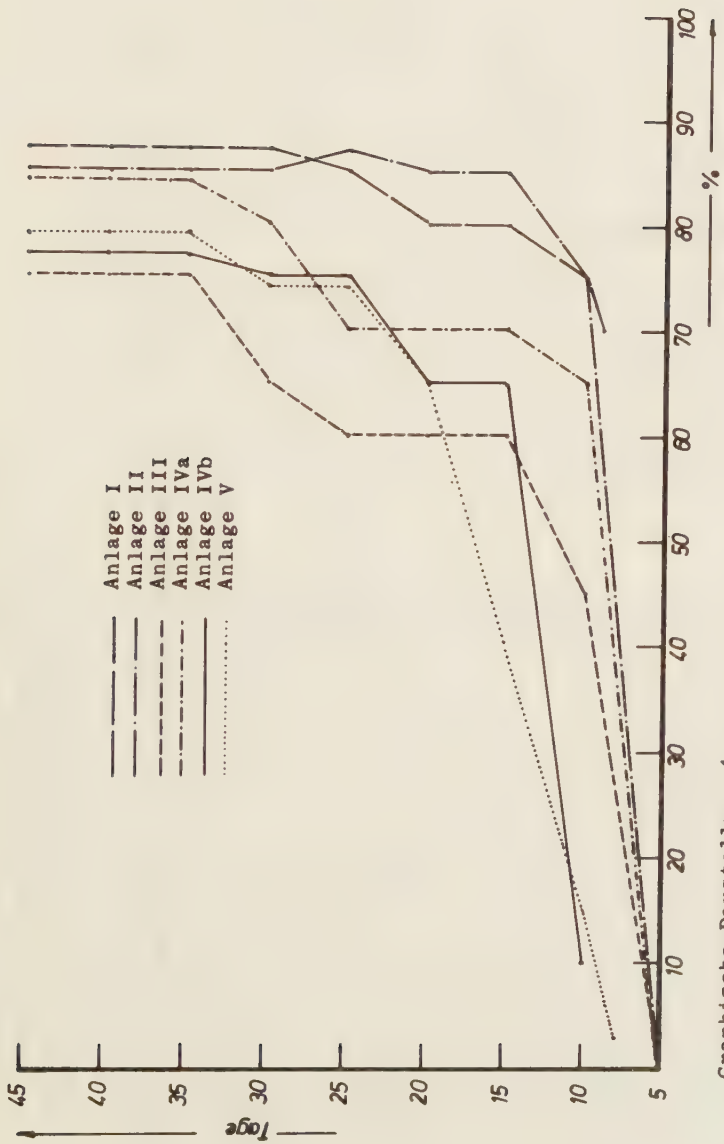
Die Entwicklung von Askarideneiern nach 60tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C

d) nach 90tägigem Aufenthalt

Uneinheitlich wird das Bild der Entwicklung von Askarideneiern nach einem Aufenthalt von 90 Tagen in den einzelnen Anlagen (graphische Darstellung 4). Nach 5 Tagen Brutschrankaufenthalt sind bereits bei drei Proben bis zu 2 % der Eier embryoniert. Nach 10 Tagen Brutschrankaufenthalt werden in allen Proben embryonierte Eier gefunden. Daran schließt sich ein uneinheitlicher Verlauf der weiteren Eientwicklung der verschiedenen Proben an. Vom 10. Tag bis zum 35. Tag des Brutschrankaufenthaltes könnte man glauben, daß der schädigende Einfluß der einen oder anderen Anlage gegenüber Askarideneiern zur Geltung kommt; doch nach 35 Tagen Brutschrankaufenthalt werden in den Proben ziemlich einheitlich zwischen 75 % und 87 % embryonierte Eier gezählt.
Der schädigende Einfluß der einzelnen Schlammbelebungsanlagen auf die spätere Entwicklungsfähigkeit von Askarideneiern wird auch nach 90tägigem Aufenthalt der Askarideneier in den Schlammbelebungsanlagen nur schwer sichtbar.

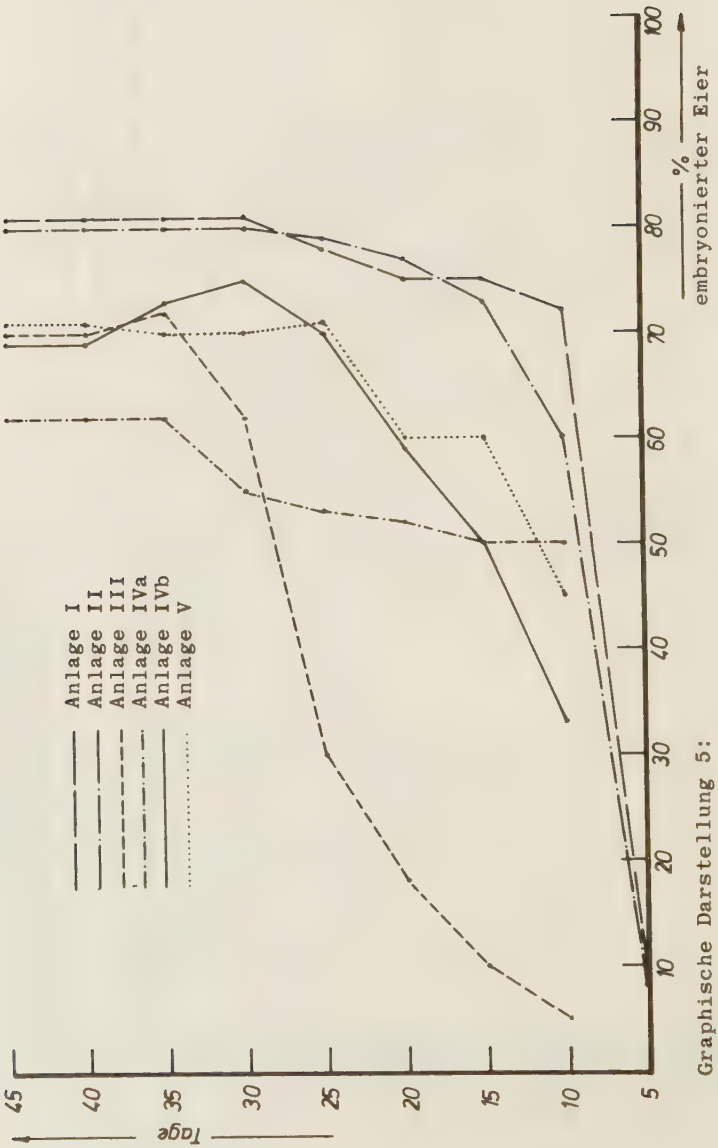
e) nach 120tägigem Aufenthalt

Die in Darstellung 4 angedeutete uneinheitliche Entwicklung der Askarideneier tritt in der graphischen Darstellung 5 bei der Entwicklung der Eier, die 120 Tage in den Anlagen verbracht hatten, offen zutage. Eine Ausnahme machen die Eier der Proben aus Anlage I und Anlage II, die in ihrer Entwicklung ziemlich gleich verlaufen. Dabei haben die Eier der Proben dieser beiden Anlagen bereits nach einem Aufenthalt von 15 Tagen im Brutschrank beinahe ihre endgültige Zahl an embryonierten Eiern erreicht. Bei den Eiern der Probe aus Anlage III geht die Entwicklung anfangs sehr langsam vor sich. Nach 45 Tagen Brutschrankaufenthalt jedoch ist die Anzahl der embryo-



Graphische Darstellung 4:

Die Entwicklung von Askarideneiern nach 90tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C



Graphische Darstellung 5:

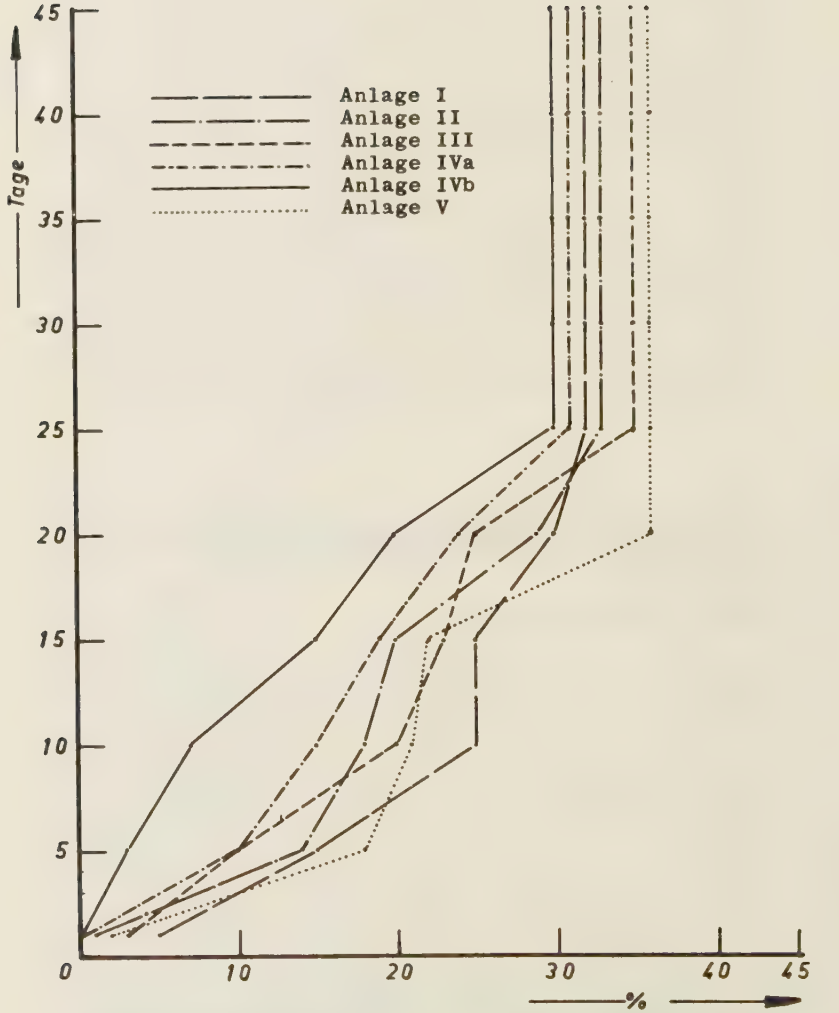
Die Entwicklung von Askarideneiern nach 12Otägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C

nierten Eier mit 70 % ein Beweis dafür, daß zwar eine deutliche Entwicklungshemmung aufgetreten ist, aber die Entwicklungsfähigkeit durch den Aufenthalt in dieser Anlage den Eiern nicht genommen worden war. Die geringste Anzahl an ausgebildeten Embryonen zeigen die Eier der Probe IVa mit 62 %, während die Proben, die 120 Tage den Einflüssen der Anlage I ausgesetzt waren, mit 80 % die höchste Zahl an embryonierten Eiern erreichte.
Diesem Unterschied von 18 % zwischen den einzelnen Anlagen in der Anzahl an embryonierten Eiern wird keine besondere Bedeutung zugemessen. Von keiner der angeführten Schlammbelebungsanlagen kann gesagt werden, daß sie einen deutlich sichtbaren negativen Einfluß auf Askarideneier während der 120 Tage ausgeübt hätte.

2. Vergleichende Betrachtung der schädigenden Einflüsse verschiedener Schlammbelebungsanlagen auf Leberegeleier

a) nach 15tägigem Aufenthalt

Die Darstellung 6 macht deutlich, daß Leberegeleier, die 15 Tage den Einflüssen der Anlagen ausgesetzt waren, schon nach einem Tag Brutschrankaufenthalt bis zu 5 % Miracidien aufwiesen. Da aber normalerweise Leberegeleier unter günstigsten Bedingungen zwischen 15 und 22 Tage benötigen, um Miracidien auszubilden, muß bereits in der Anlage eine gewisse Entwicklung der Eier stattgefunden haben. Ein Brutschrankaufenthalt von 25 Tagen genügt all den übrigen Leberegeleiern zur Ausbildung von Miracidien. Sie haben also ihre Entwicklungsfähigkeit während des 15tägigen Aufenthalts in den einzelnen Anlagen nicht eingebüßt.



Graphische Darstellung 6:

Die Entwicklung von Leberegeleiern nach 15tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C

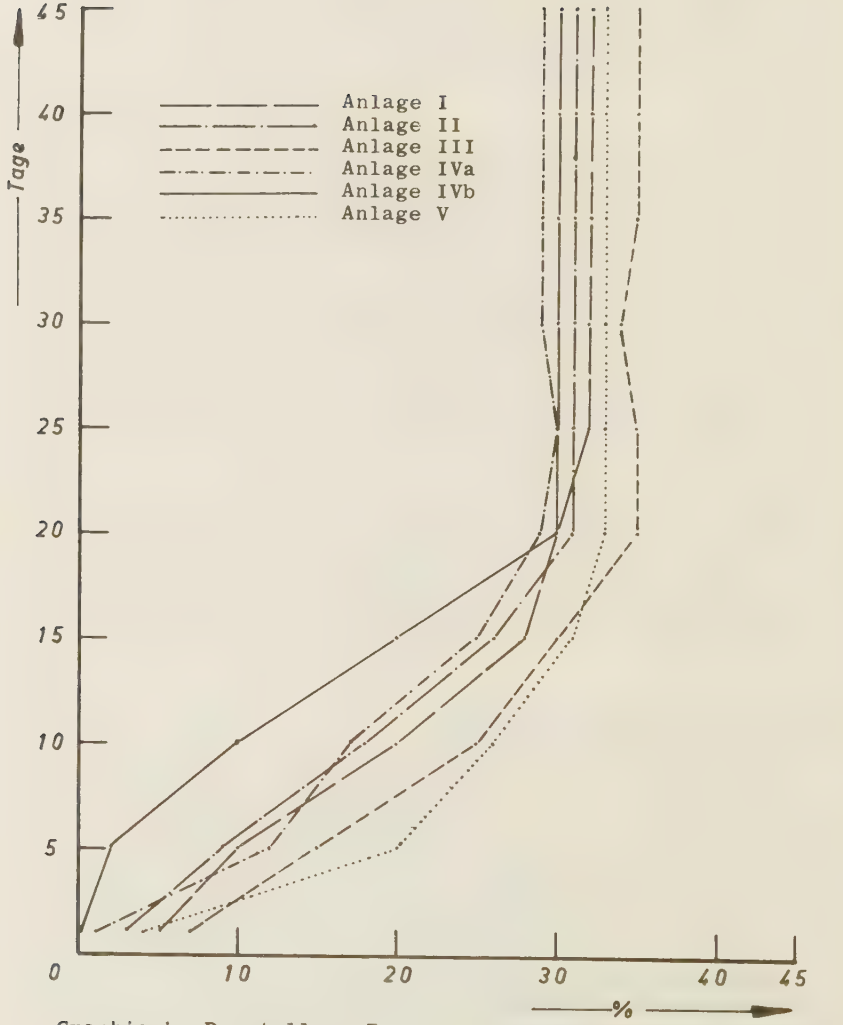
Bei der Betrachtung der Darstellungen über die Entwicklung von Leberegeleiern sollte immer berücksichtigt werden, daß Leberegeleier, die unter günstigsten Bedingungen gehalten werden, auch nur 37 % - 40 % Eier mit Miracidien zur Entwicklung bringen.

b) nach 30tägigem Aufenthalt

Darstellung 7 zeigt, daß die Eier fast aller Proben, die 30 Tage in den Anlagen gewesen waren, schon nach einem Tag Brutschrankaufenthalt Miracidien zu entwickeln vermögen. Die Entwicklung der übrigen nicht geschädigten Eier erfährt im Brutschrank eine gewisse Beschleunigung und ist bereits nach 20 Tagen Brutschrankaufenthalt abgeschlossen. Normalerweise dauert die Entwicklung der Leberegeleier zu Miracidien bis zu 25 Tage.
Sowohl nach 15tägigem als auch nach 30tägigem Aufenthalt der Proben in den Anlagen erreichen die Leberegeleier bei anschließender Bebrütung im Brutschrank fast dieselbe Zahl an Miracidien wie das Kontrollmaterial.

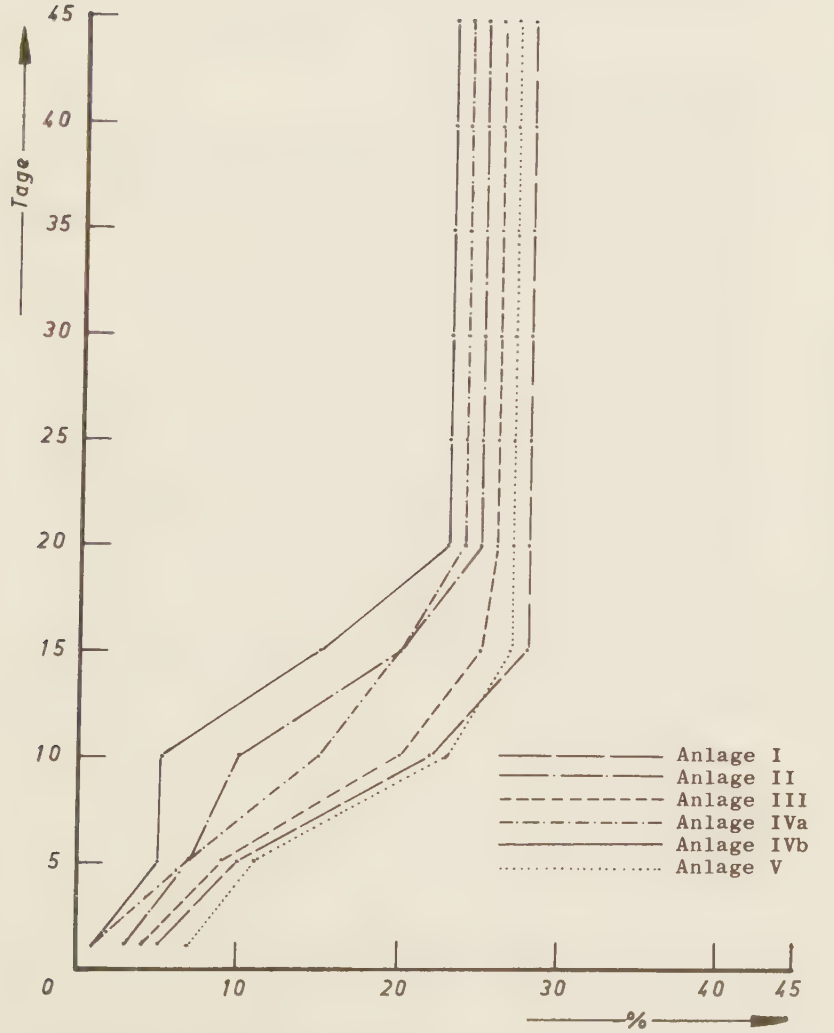
c) nach 60tägigem Aufenthalt

Nach 60tägigem Aufenthalt der Leberegeleier in den Anlagen und einem Tag anschließenden Brutschrankaufenthaltes sind bereits in allen Proben Eier mit Miracidien zu finden (graphische Darstellung 8).
Mit Ausnahme der Anlage IVb nimmt die weitere Entwicklung der Miracidien bei den Proben der übrigen Anlagen ziemlich einheitlich zu. Nach 20 Tagen Brutschrankaufenthalt hat der überwiegende Teil der unbeschädigten Eier aller Proben die Miracidien zur Entwicklung gebracht.



Graphische Darstellung 7:

Die Entwicklung von Leberegeleiern nach 30tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C



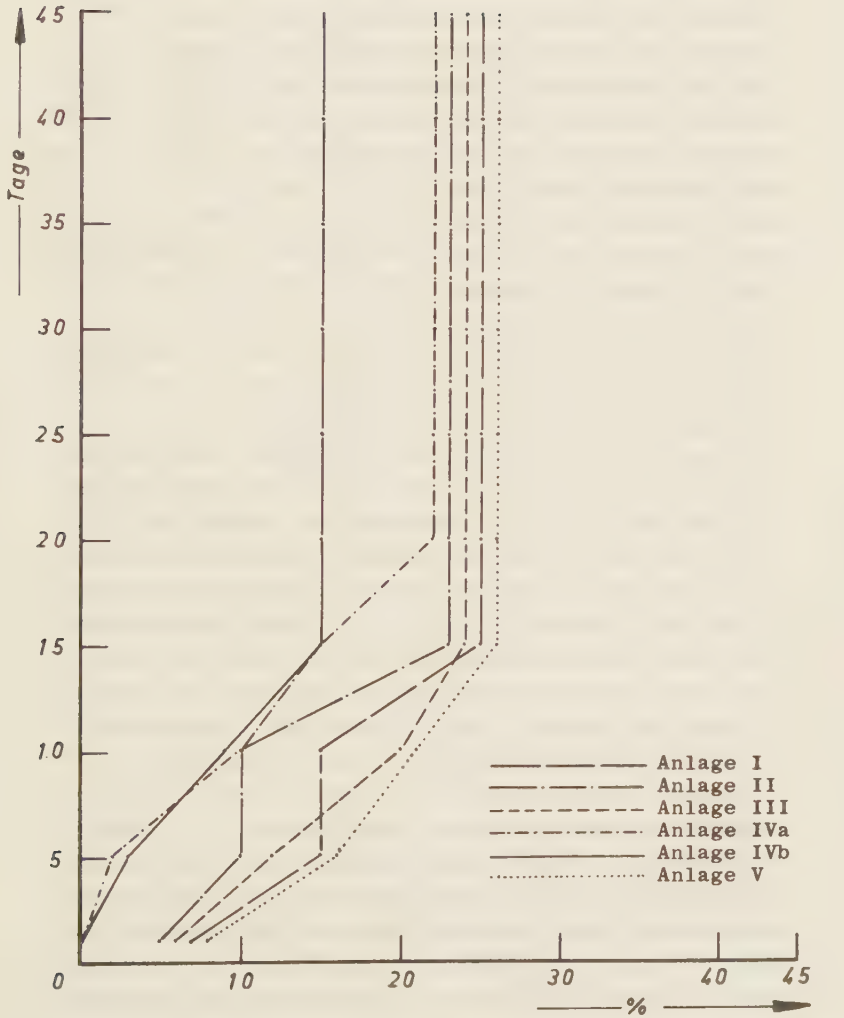
Graphische Darstellung 8:

Die Entwicklung von Leberegeleiern nach 60tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C

Nach 60tägigem Aufenthalt der Leberegeleier in den Anlagen ist eine gewisse Schädigung festzustellen. Die Anzahl der Eier mit Miracidien nimmt im Vergleich zu der des Kontrollmaterials bis zu 14 % ab.

d) nach 90tägigem Aufenthalt

Die Ergebnisse (Darstellung 9) lassen einen geringgradigen schädigenden Einfluß der Anlagen gegenüber Leberegeleiern erkennen. Dabei unterscheiden sich die Anlagen untereinander nur wenig. Allein bei Anlage IVb wurden wesentlich andere Werte ermittelt.
Schon nach einem Tag Brutschrankaufenthalt enthalten bis zu 8 % der Eier Miracidien. Nach 15tägiger Bebrütung steigt der Prozentsatz sogar bis zu 27. Daß die Anlage IV, insbesondere der Teil b, in ihren Werten etwas abweicht, war aufgrund der verschiedenen Arbeitsweisen zu vermuten. Immerhin sind Eier, die in dieser Anlage verweilt hatten, unter günstigsten Brutschrankverhältnissen fähig, zu 15 % Miracidien auszubilden, also 23 % weniger als im Kontrollmaterial.
Die übrigen Anlagen ließen nur einen geringen schädigenden Einfluß auf Leberegeleier erkennen. Zwischen 23 und 26 % vermochten noch Miracidien zur Entwicklung zu bringen.



Graphische Darstellung 9:

Die Entwicklung von Leberegeleiern nach 90tägigem Aufenthalt in Schlammbelebungsanlagen und anschließender Bebrütung im optimalen Milieu für 45 Tage bei 29°C

D. Besprechung der Ergebnisse

Die Tatsache, daß die überprüften Anlagen nicht alle Askarideneier nach 120tägigem Aufenthalt sowie Leberegeleier nach 90tägigem Aufenthalt irreversibel zu schädigen vermochten, war zu erwarten. In allen Anlagen, mit Ausnahme der Anlage IVb, finden Wurmeier ideale Verhältnisse vor, die die Erhaltung ihrer Lebensfähigkeit geradezu garantieren, nämlich Feuchtigkeit, Sauerstoff und günstige Temperatur. Diese drei Faktoren werden in zahlreichen Literaturangaben als lebensnotwendig für Wurmeier angegeben (SPREHN, 1932; LIEBMANN, 1953, 1955; LAPAGE 1956).
Was Feuchtigkeit und Sauerstoff betrifft, so dürften Wurmeier in Schlammbelebungsanlagen wohl optimale Verhältnisse vorfinden.
Die Temperatur könnte möglicherweise für etwas verantwortlich gemacht werden, was bei der späteren Entwicklung der Wurmeier im Brutschrank immer besonders auffiel. Gemeint ist, daß besonders bei Askarideneiern in der Anlage zwar eine gewisse Weiterentwicklung stattgefunden hat, daß aber zu einer vollständigen Entwicklung die Temperatur nicht optimal war. Die Entwicklungsunfähigkeit eines kleinen Prozentsatzes der Eier dürfte im Ei selbst bedingt sein. Solche Eier sind auch unter optimalen Bedingungen nicht entwicklungsfähig.

Bei Entnahme der Proben aus den Anlagen und folgender Beurteilung der Eier am Entnahmetag hatte man jeweils den sicheren Eindruck, die Eier hätten in der Anlage Schaden gelitten. Doch nach Bebrütung der Eier im Brutschrank wurde klar, daß man in der Beurteilung von veränderten Eiern allzu schnell einer Täuschung unterliegt. Askarideneier mit schollig zerfallenem Plasma wurden zum Beispiel auch im Kontrollmaterial, allerdings erst nach längerem Brutschrankaufenthalt, gefunden. Der

ursprüngliche Verdacht, daß diese Art der Zerstörung des Eies auf den Einfluß der Anlagen zurückzuführen sei, mußte deshalb später wieder fallen gelassen werden. Ebenfalls ohne Begründung blieb die Annahme, daß vielleicht in bestimmten Anlagen eine Schädigung der Eier auf rein mechanischer Basis stattfinden könnte. So wurden z. B. in Anlage I Proben unmittelbar in den Bereich des Rotors gehängt; ein Einfluß auf die Eier konnte nicht festgestellt werden. Damit werden Versuche erhärtet, die LIDLE (1954) unternommen hatte. Er hatte dabei festgestellt, daß Askarideneier oder Eier des großen Leberegels durch Druck bis 225 Atü nicht zu zerstören waren.

Es darf an dieser Stelle noch erwähnt werden, daß in dieser Arbeit lediglich die Belebungsbecken auf ihre schädigenden Einflüsse gegenüber Wurmeiern überprüft worden sind. Der belebte Schlamm wird in solchen Anlagen anschließend in Trockenbeete gepumpt. Was dort mit Wurmeiern geschieht, ist gesondert zu prüfen.

Betrachtet man in Tabelle 1 bis 12 die Werte der embryonierten Eier bzw. der Eier mit Miracidien nach 15tägigem Aufenthalt in der Anlage und anschließender 45tägiger Bebrütung, so liegen diese Werte immer über denen des Kontrollmaterials nach 15tägigem Aufenthalt im Brutschrank. Das kommt daher, daß die Entwicklung von Askarideneiern erst mit 18 - 22 Tagen, die der Leberegel erst mit 25 Tagen abgeschlossen ist. Das Kontrollmaterial zeigt also nach 15 Tagen den wirklichen Wert der dortigen Entwicklung an, während bei der Probe der Wert von 15 Tagen Aufenthalt in der Anlage und anschließendem 45tägigem Aufenthalt im Brutschrank, also insgesamt der Wert von 60 Tagen Eientwicklung angegeben wird. Ein Vergleich zwischen Eiern der Kontrolle und Eiern aus den Proben zum Entnahmezeitpunkt berücksichtigt die erhaltene Entwicklungsfähigkeit der Eier aus den Proben nicht. Um kein falsches Bild zu bekommen, muß man daher bei einem exakten Vergleich beim Kontrollmaterial wenig-

stens den Wert nach 30 Tagen Brutschrankaufenthalt betrachten, weil dann die Entwicklung der Eier abgeschlossen ist. Andererseits müssen die Werte nach 15tägigem Brutschrankaufenthalt festgehalten werden, um zu zeigen, daß in den Anlagen eine Entwicklung stattgefunden haben muß, da sich die Eier der Probe im Brutschrank anschließend schneller entwickeln als in 18 bzw. 25 Tagen (s. graphische Darstellungen).
Die Versuche haben gezeigt, daß die genannten Schlammbelebungsanlagen nur einen geringen Teil der enthaltenen Askariden- und Leberegeleier abzutöten vermögen bzw. zum irreversiblen Entwicklungsstillstand bringen. Dies gilt zumindest während der Zeitdauer des Schlammaufenthaltes. Die Entwicklung von Askarideneiern wird lediglich unterbrochen, um unter günstigeren Bedingungen sofort und in kürzerer Zeit als sonst üblich zu Ende geführt zu werden.
Eideformationen oder spezifische Schädigungen, die auf eine bestimmte Anlage hätten zurückgeführt werden können, wurden nicht gefunden.
Etwas anders sind die Verhältnisse bei Leberegeleiern. Sie erfahren in den Anlagen, sicher aufgrund des hohen Sauerstoffangebotes, eine Weiterentwicklung, die zwar bei Entnahme ebenfalls nicht sichtbar wird, aber während des Brutschrankaufenthaltes zum Ausdruck kommt. Man könnte annehmen, daß sich schon in den Anlagen Miracidien in den Eiern bilden, die deshalb nicht erfaßt werden, weil sie nach Verlassen der Eihülle nicht lange lebensfähig bleiben und daher nicht entdeckt werden. Wäre es so, dann müßten aber viel mehr Eier ohne Deckel gefunden werden. Wahrscheinlich ist aber ein Leberegelei, einmal eröffnet, lange nicht mehr so widerstandsfähig gegen mechanische Einflüsse und bakterielle Zersetzung und wird daher als solches später gar nicht mehr erkannt. Man könnte also sagen, daß der Einfluß der Belebungsanlagen auf Leberegeleier eher in einer

Entwicklungshemmung als in einer Schädigung besteht.

Bei den Versuchen erreichte die Anlage IVa bei 120tägigem Aufenthalt der Eier die höchste Schädigungsquote mit 30 % für Askarideneier und die Anlage IVb die höchste Schädigungsquote für Leberegeleier nach 90tägigem Aufenthalt mit 62,5 %. Trotz dieser Ergebnisse muß man sagen, daß die Anlagen in ihrer Wirkung gegenüber Wurmeiern fast gleich sind.
Das Schlammalter der Anlagen beträgt fast ausschließlich nicht mehr als 30 Tage. Askarideneier vermögen sich nach 30tägigem Aufenthalt im Schlamm wenigstens zu 80 % weiterzuentwickeln.
Bei Leberegeleiern sind nach 30tägigem Aufenthalt im Schlamm 30 % entwickelt; dabei entwickeln sich Leberegeleier in der Kontrolle auch nur zu 40 %.
Diese Ergebnisse müssen als hygienisch nicht vertretbar angesehen werden.
Die Gefahren für die Landwirtschaft bei der Verwendung solchen Schlammes zur Düngung brauchen nicht weiter ausgemalt zu werden. Doch auch im Interesse der allgemeinen Hygiene muß daher verlangt werden, daß der in Belebungsbecken anfallende Schlamm vor der landwirtschaftlichen Nutzung so behandelt wird, daß Wurmeier mit Sicherheit abgetötet werden.
Aus wirtschaftlichen, technischen, räumlichen und zeitlichen Gründen bietet sich in erster Linie die Abtötung der Wurmeier mit Hilfe von Erhitzung an. Versuche von SEISER (1949), STROH (1961), MENSCHEL (1963) und LIEBMANN (1966) zeigen, daß durch Hitzesterilisation bzw. Schlammpasteurisierung eine sichere Abtötung der Wurmeier gewährleistet wäre. Diesen einzig sicheren Weg zur Unschädlichmachung von Wurmeiern im Schlamm sollte man nur dann verlassen, wenn vielleicht in naher Zukunft Versuche, wie sie NIKULIN (1959) mit ultravioletten Strahlen, BUBNOV (1959)

und SAUER (1969) mit Röntgenstrahlen angestellt haben, zeigen, daß wirtschaftlich günstigere, aber ebenso sichere neue Abtötungsmethoden von Wurmeiern im belebten Schlamm zur Verfügung stehen.

E. Zusammenfassung

1. Vier Schlammbelebungsanlagen wurden auf ihre schädigenden Einflüsse gegenüber Askariden- und Leberegeleiern geprüft:

    1. Denifloc-Anlage
    2. Anlage nach Schmitz-Lenders
    3. Oxydationsgraben
    4. Ohm'sche Anlage
    5. Anlage nach Danjes

2. Askarideneier verbrachten in den Anlagen bis zu 120 Tage, Leberegeleier bis zu 90 Tage.

3. Nach 120 Tagen Aufenthalt der Askarideneier in den Anlagen waren maximal 30 % der Eier so geschädigt, daß eine Weiterentwicklung nicht mehr möglich war.

4. Nach 90 Tagen Aufenthalt der Leberegeleier in den Anlagen waren maximal 62,5 % der Eier so geschädigt, daß eine Weiterentwicklung nicht mehr möglich war.

5. Belebtschlammanlagen haben auf Wurmeier lediglich eine reversible entwicklungshemmende Wirkung. Gelangen die Eier in günstige Umweltverhältnisse, wird ihre Entwicklung beschleunigt abgeschlossen.

6. Ein 30tägiger Aufenthalt in den Anlagen - dieser Zeitraum entspricht dem hier maximal erreichten Schlammalter - schädigt Askariden- und Leberegeleier nur unbedeutend.

7. Mit Sicherheit werden nicht alle Wurmeier abgetötet, die in eine Belebtschlammanlage gelangen.

8. Schlamm aus Belebtschlammanlagen, der zur weiteren Verwendung landwirtschaftlich genutzt wird, muß unbedingt einer vorherigen Behandlung unterzogen werden, die eine sichere Abtötung von Wurmeiern garantiert. Als Mittel der Wahl gelten derzeit Hocherhitzungsverfahren (Frischschlammsterilisation, Schlammpasteurisierung).

F. Summary

1. Four reservoirs for reactivating sludge were examined as to their harmful influence on eggs of Ascaris suum and Fasciola hepatica:

    1. system Denifloc
    2. system Schmitz-Lenders
    3. Bio-Oxydation-Channel
    4. system Ohm
    5. system Danjes

2. Eggs of Ascaris suum were up to 120 days, eggs of Fasciola hepatica up to 90 days in the reservoirs.

3. After being 120 days in the reservoirs 30 % of the eggs of Ascaris suum were so impaired that a further development was not possible.

4. After being 90 days in the reservoirs 62,5 % of the eggs of Fasciola hepatica were so impaired that a further development was not possible.

5. Activated sludge reservoirs have only a reversible impeding effect on the development of worm eggs. If the eggs encounter favourable environmental conditions their development will be prematurely completed.

6. After living for 30 days in the reservoirs - this period of time was found to be the maximal sludge age - the Ascaris suum and Fasciola hepatica eggs are only slightly impaired.

7. The worm eggs which get into the sludge reservoirs are most definitely not all killed in their entirety.

8. Sludge originating from activating sludge reservoirs, and then used for agricultural purposes, needs to undergo a treatment which safeguards the killing of the worm eggs. At present the high heating process, (fresh sludge sterilization, sludge pasteurization) is considered to be the best means of procedure.

IV. LITERATURVERZEICHNIS

1. ANDREYANOV, V. YU.

Sanitary-helmintological studies of sewage irrigation of fields under conditions of north-western USSR.
Med. Parazit. (Mosk.) 44, 135 - 140, 1966

2. BAUMHÖGGER, V.

Spulwurmplage und Abwasserbeseitigung in Darmstadt.
Gesundh.-Ing. 69, S. 40, 1948

3. BHASKARAN, M. A., SAMPATHKUMARAN, M. A., SUR, T. C. and RADHASKRISHNAN, I.

Studies on the effects of sewage treatment processes on the survival of intestinal parasites.
Indian J. med. Res. 44, 42 - 46, 1956

4. BHOWMICK, D. K.

Beiträge zu dem Problem der Wanderwege der Askaridenlarven (Ascaris lumbricoides, Linné, 1785 und Toxocara canis, Werner, 1782) im experimentellen und natürlichen Wirt.
Z. Parasitenk. 24, 121 - 168, 1964

5. BORCHERT, A.

Lehrbuch der Parasitologie für Tierärzte.
3. Aufl. S. Hirzel-Verlag, Leipzig, 1962

6. BRUNNER, G.

Die Widerstandsfähigkeit von Enteritisbakterien gegen die Klärschlammfäulnis und gegen das Eintrocknen in ausgefaultem Schlamm.
Gesundh.-Ing. 73, 1 - 2, 1952

7. BUBNOV, V. D.

Effect of radiation from radiocobalt on development of eggs of Ascaris and Trichiuris from pigs and on Fasciola eggs.
Trudy Vsesoyuz. Inst. Vet. Sanit. i Ektoparasit 14, 83 - 85, 1959

8. DUDDINGTON, C. L.

Nematode-destroying fungi in agricultural soils.
Nature (Lond.) 173, 500 - 501, 1954

9. ENIGK, K., HILDEBRANDT, J. und TIETJEN, C.

Die Lebensdauer von Helmintheneiern und -larven in Schwemmist.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 78, 102 - 106, 1965

10. FIEGL, B. P.

Die Wirkung von Aktivchlor auf Wurmeier und Wurmlarven.
Vet.-med. Diss. München, 1954

11. FORSTNER, M. J.

Parasitologische Untersuchungen an der Kläranlage Mindelheim zur Beurteilung des Wurmbefalls von Weiderindern des Abwasserverregnungsgebietes.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 73, 161 - 164, 1960

12. FORSTNER, M. J.

Wurmeier im Schlachthofabwasser und ihre hygienische Bedeutung.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 8, 82 - 93, 1961

13. FORSTNER, M. J.

Untersuchungen über die Lebensfähigkeit von Wurmeiern in landwirtschaftlich genutzten Abwasserschlämmen aus beheizten Faultürmen.
Z. Wasser- u. Abwasser-Forsch. 1, 57 - 61, 1968

14. FORSTNER, M. J.

Landwirtschaftliche Abwasserverwertung - ein gemeinsames Problem.
Z. Wasser- u. Abwasser-Forsch. 1, S. 149, 1968

15. FORSTNER, M. J. u. SCHÄTZLE, M.

Vorschlag für eine Standardmethode zur Beurteilung der wurmeierabtötenden Wirkung von Abwasserkläranlagen.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 13, 58 - 71, 1966

16. FURCHNER, H.-O.

Über die Lebensfähigkeit von Askarideneiern in Hauskläranlagen
Vet.-med. Diss. München, 1952

17. GÄRTNER, H. u. MÜTING, L.

Beitrag zur Verbreitung der Wurmkrankheiten.
Dtsch. med. Wschr. 74, 881 - 883, 1949

18. GÄRTNER, H. u. MÜTING, L.

Beitrag zur Frage der Lebensdauer von Askarideneiern im Rieselfeldboden.
Das Gas- und Wasserfach "Wasser" 92, S. 341, 1951

19. GRAMMLING, M.

Untersuchung über die Verbreitung des Spulwurms in Erlangen, Herbst 1947.
Med. Diss. Erlangen, 1948

20. HAMM, A.

Wurmeier im Oxydationsgraben, eine biologische Abwasserreinigungsanlage ohne mechanische Vorreinigung.
Z. Parasitenk. 25, 8 - 9, 1964

21. HANDLOSER, M.

Ergebnisse der Überprüfung von Kläranlagen in einem größeren Untersuchungsgebiet.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 10, 105 - 131, 1963

22. JETTMAR, H.

Zur Epidemiologie der Ascariasis und Trichuriasis.
Bull. schweiz. Akad. med. Wiss. 6, 391 - 406, 1950

23. JIROVEC, O.

Parasitologie für Ärzte.
VEB Gustav Fischer - Verlag, Jena, 1960

24. JONES, M. F., NEWTON, W. L., WEIBEL, S. R., WARREN, H. B., STEINLE, M. L. and FIGGAT, W. B.

The effect of sewage treatment processes on the ova and miracidia of Schistosoma japonicum.
Nat. Inst. Hlth Bull. 189, S. 137, 1947

25. KELLER, P.

Sterilization of Sewage Sludges.
Publ. Hlth (Johannesburg) 15, zit. b. LIEBMANN (1953)

26. LAPAGE, G.

Veterinary Parasitology.
Oliver and Boyd
Edinburgh: Tweeddale Court
London: 39 A Welbeck Street 1956, W. 1

27. LEHMANN, O. H. M.

Der Gehalt des Memminger Abwassers an Eiern von Zooparasiten und deren Verhalten während des Klärprozesses.
Vet.-med. Diss. München, 1954

28. LIDLE, H.

Kritische veterinär-medizinische Betrachtungen der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung mit speziellen Untersuchungen über die Einwirkung verschiedener Drucke auf Wurmeier und Wurmlarven.
Vet.-med. Diss. München, 1954

29. LIEBMANN, H.

Zur Biologie der Methanbakterien.
Gesundh.-Ing. 71, 14 - 22, 1950

30. LIEBMANN, H.

Die Möglichkeiten der Verbreitung von Zooparasiten des Menschen und der Haustiere durch die landwirtschaftliche Abwasserverwertung.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 1, 21 - 64, 1953

31. LIEBMANN, H.

Zooparasiten im Abwasser.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 68, 97 - 98, 1955

32. LIEBMANN, H.

Das Verhalten der Bandwurmeier in Kleinkläranlagen mit besonderer Berücksichtigung der Rinderverfinnung.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 10, 169 - 174, 1963

33. LIEBMANN, H., Arbeit 1

Übertragung von Parasiten durch Wasser und Abwasser.
Z. Parasitenk. 25, S. 7, 1964

34. LIEBMANN, H., Arbeit 2

Vergleichende Untersuchungen über den Gehalt des Abwassers an Wurmeiern von Großstädten Europas, Nordafrikas u. Kleinasiens.
Z. Parasitenk. 25, S. 10, 1964

35. LIEBMANN, H.

Untersuchungen über Wurmeier in Rohabwässern und Kläranlagen Japans.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 78, 106 - 108, 1965

36. LIEBMANN, H., Arbeit 1

Die Lebensfähigkeit der Wurmeier unter den verschiedenen Bedingungen der Schlamm- und Müllbehandlung (mit besonderer Berücksichtigung der Bekämpfung der Cysticercose des Rindes).
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 13, 45 - 53, 1966

37. LIEBMANN, H., Arbeit 2

Folgerungen für die Praxis aus den Ausführungen und Beseitigungen von häuslichen und industriellen Abwasserschlämmen.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 13, S. 327, 1966

38. LIEBMANN, H. u. BOCH, J.

Landwirtschaftliche Abwasserverwertung u. Verwurmung der Haustiere.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 69, 208 - 211, 1956

39. LIEBMANN, H. u. OFFHAUS, K.

Möglichkeiten zur Intensivierung der Schlammfaulung.
Berichte der Abwassertechnischen Vereinigung 1961.

40. LOCHER, S.

Die Widerstandsfähigkeit von Zooparasiteneiern u. -larven gegen Gülle u. Jauche.
Vet. med. Diss. München,1954

41. LYSEK, H.

Effect of certain soil organisms on the eggs of parasitic roundworms.
Nature, (Lond.) 199, 925 - 926, 1963

42. MARTIN, P.

Wurmeier in biologischen Abwasseranlagen mit mechanischer Vorreinigung.
Z. Parasitenk. 25, 9 - 10, 1964

43. MENSCHEL, E.

Beobachtungen über Einflüsse des Schlammes in beheizten und unbeheizten Faultürmen auf die Eier des Bandwurmes Taenia saginata.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 10, 175 - 179, 1963

44. MENSCHEL, E.

Verhalten und Beeinflussung der Eier von Taenia saginata in der Kläranlage.
Z. Parasitenk. 25, S. 8, 1964

45. MENSCHEL, E.

Der Einfluß von Flockungsmitteln auf die Sinkgeschwindigkeit der Eier des Bandwurmes Taenia saginata.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 13, 54 - 57, 1966

46. MHASKAR, K.

Hookworm infection in the soil.
Indian J. Parasit. 13, 47 - 58, 1927

47. MIELKE, D.

Zur Fasciolose der Rinder im Bezirk Frankfurt/Oder.
Mh. Vet.-Med. 23, 834 - 837, 1968

48. MUDRACK, K.

Die aerobe Schlammstabilisierung.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 13, 290 - 314, 1966

49. MÜLLER, G.

Zur Frage der Widerstandsfähigkeit von Askarideneiern gegen Druck.
Gesundh.-Ing. 72, 281 - 282, 1951

50. MÜNNICH, H.

Beziehungen zwischen dem Fett- und Glykogengehalt von Ascarislarven und der Dauer ihrer Infektionsfähigkeit.
Z. Parasitenk. 25, 231 - 239, 1965

51. NEMESÉRI, L. u. HOLLÓ, F.

Tierärztliche Parasitologische Diagnostik.
VEB Gustav Fischer - Verlag, Jena, 1964

52. NEUHAUS, W. u. SIX, FR.

Die wirtschaftlichen Verluste durch Leberegelbefall bei Rindern.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 78, 67 - 71, 1965

53. NIKULIN, T.

Destruction of Ascaris lumbricoides ova in pigstics by ultra-violett-irradiation.
Helminthologia (Bratisl.) 1, 239 - 242, 1959

54. PLÖSSL, J.

Die Lebensfähigkeit von Askarideneiern unter verschiedenen Umweltbedingungen.
Vet.-med. Diss. München, 1950

55. REINHOLD, F.

Untersuchungen zur Spulwurmplage in Darmstadt (Ergänzung zum Aufsatz Baumhögger).
Gesundh.-Ing. 69, 85 - 86, 1948

56. RENNER, H.

Über die Möglichkeit der Verbreitung von Ascaris lumbricoides durch Abwasserverregnung und Düngung mit Abwasserschlamm.
Vet.-med. Diss. München, 1951

57. ROMANENKO, N. A.

Sanitary-helminthological evaluation of some new methods of disinfecting sewage sediment utilized in agriculture.
Med. Parazit. (Mosk.) 36, 184 - 189, 1967

58. SAUER, J.

Der Einfluß radioaktiver Bestrahlung auf die Lebensfähigkeit von Wurmeiern.
Z. Wasser- u. Abwasser-Forsch. 2, 64 - 65, 1969

59. SCHÄTZLE, M.

Untersuchungen über den Einfluß von Abwasserschlamm aus einem Oxydationsgraben auf die Lebensfähigkeit von Wurmeiern.
Z. Wasser- u. Abwasser-Forsch. 2, 147 - 150, 1969

60. SCHROEDER, H.

Zur Frage der Wurmeier im Abwasser von Berlin.
Gesundh.-Ing. 70, 410 - 416, 1949

61. SCHUBERT, R.

Maßnahmen zur Vermeidung von Ascariden-Infektionen.
Dtsch. med. Wschr. 72, S. 520, 1947

62. SCHUBERT, R. u. FISCHER, H.

Klinik parasitärer Erkrankungen.(Band 39)
Dr. Dietrich Steinkopff-Verlag, Darmstadt, 1959

63. SEISER, A.

Landwirtschaftliche Abwasserverwertung und Verwurmungsgefahr.
Gesundh.-Ing. 70, S. 270, 1949

64. SPREHN, C. E. W.

Lehrbuch der Helminthologie.
Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin, 1932

65. STRELL, M.

Wasser und Abwasser
Reinhaltung der Gewässer
R. Oldenbourg-Verlag, München, 1955

66. STROH, R.

Die Möglichkeiten der Vernichtung von Zooparasiten in unbeheizten und beheizten Faulräumen.
Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie
Verlag R. Oldenbourg, München-Wien 8, 95 - 103, 1961

67. UNATH, E. K.

zit. bei FURCHNER, H.-O.:
Über die Lebensfähigkeit von Askarideneiern in Hauskläranlagen.
Vet.-med. Diss. München, 1952

68. WALLNER, J.

Über die Widerstandsfähigkeit von Wurmeiern und -larven der wichtigsten Haustierparasiten in Futtersilos.
Vet.-med. Diss. München, 1956

69. WILSON, H.

Disease and sewage sludge. Risks of transmission of disease through the use of sewage sludge as fertilizer.
J. Inst. Sewage Purif. 1, 78 - 81, 1949

70. WIRTH, D. u. DIERNHOFER, K.

Lehrbuch der inneren Krankheiten der Haustiere einschließlich der Hautkrankheiten sowie der klinischen Seuchenlehre.
2. Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1950

71. ZARTNER, H.

Untersuchungen über die Anzahl und den Verbleib von Eiern des Spulwurms "Ascaris lumbricoides" in der Münchner Kläranlage.
Vet.-med. Diss. München, 1951

An dieser Stelle möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Dr. h. c. H. Liebmann, für die Überlassung des interessanten Themas herzlich danken.

Herrn Privatdozent Dr. M. J. Forstner und Herrn Dr. M. A. Hasslinger gilt mein Dank für den stets gern gewährten Rat zur Fertigung dieser Arbeit.

L E B E N S L A U F

Am 6. November 1941 wurde ich als Sohn des Geschäftsführers Josef Günthör und seiner Ehefrau Eugenie, geb. Schneider, in Ravensburg geboren.

Meine Hochschulreife erlangte ich mit Bestehen des Abiturs am Spohn-Gymnasium, Ravensburg, im März des Jahres 1962.

Im Mai 1962 begann ich an der Justus-Liebig-Universität in Gießen das Studium der Veterinär-Medizin und bestand dort das Physikum im Frühjahr 1964.
Im Sommersemester 1964 wechselte ich zur Tierärztlichen Fakultät der Universität München über und beendete mein Studium im April 1967 mit dem Staatsexamen.

Anschließend war ich bis August 1967 Mitarbeiter des Instituts für Versuchstierkunde der Firma Dr. Karl Thomae GmbH in Biberach/Riß.
Ab September 1967 absolvierte ich meine Praktikantenzeit bei Dr. E. Fiebiger in Bopfingen. In dieser Praxis war ich dann noch bis März 1969 als Assistent tätig.
Die Bestallung als Tierarzt erhielt ich am 1. Februar 1968.